

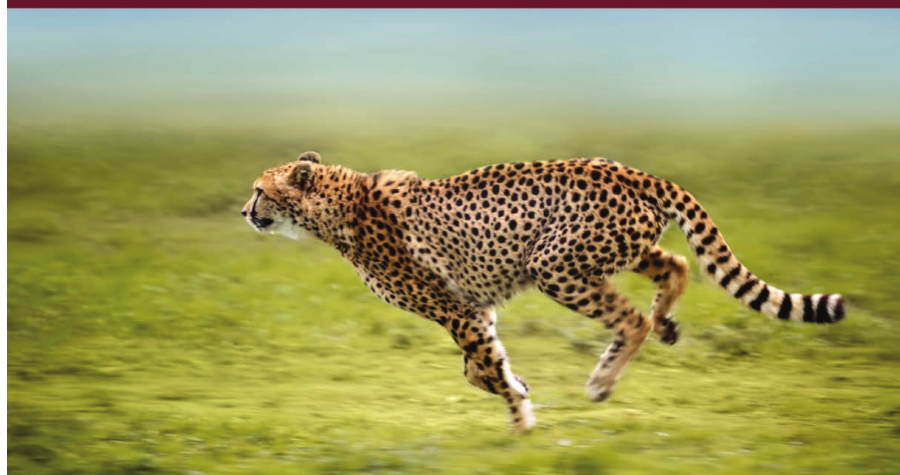
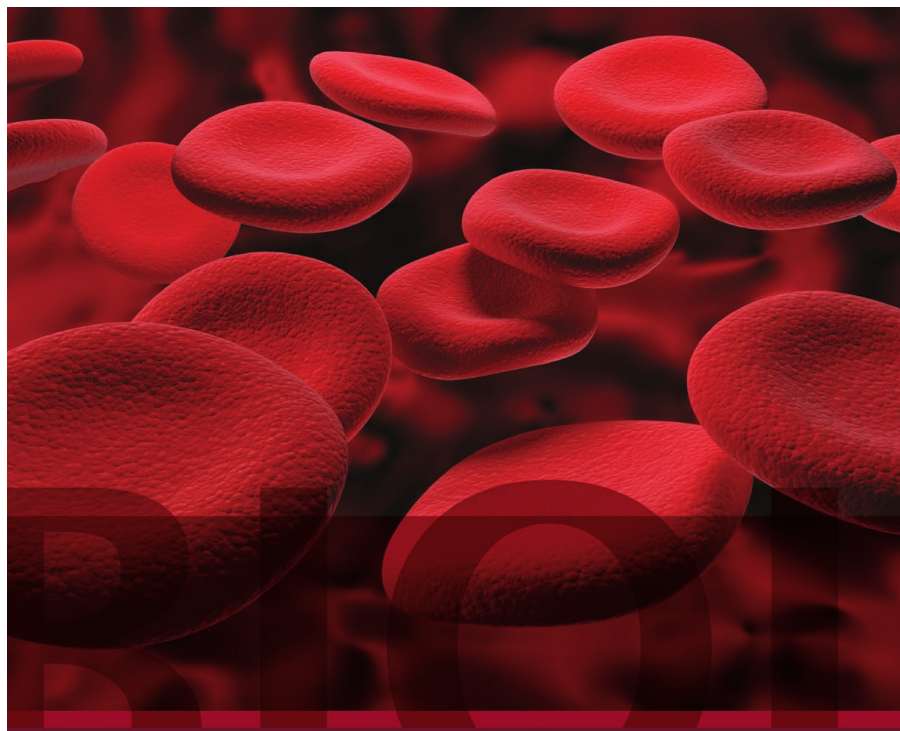


Editora
Bernoulli

BIOLOGIA

Volume 02





BIOLOGIA Volume 02

Frente A

03 3 Composição
química dos seres
vivos: lipídios e
carboidratos Autor:
Marcos Lemos

04 13 Composição
química dos seres
vivos: nucleotídeos,
ácidos nucleicos e ATP
Autor: Marcos Lemos

Frente B

03 21 Histologia
animal: tecidos
conjuntivos de
transporte e de
sustentação Autor:
Marcos Lemos

04 37 Histologia
animal: tecido
muscular Autor:
Marcos Lemos

Frente C

05 47 Bacterioses

Autor: Marcos Lemos

06 57 Protozoários e
protozooses Autor:
Marcos Lemos

07 71 Fungos Autor:
Marcos Lemos

Sumário - Biologia 08 81

Poríferos e celenterados Autor: Marcos

Lemos **Frente D**

05 91 Genética:
interação gênica Autor:
Marcos Lemos

06 99 Genética:
herança dos grupos
sanguíneos Autor:
Marcos Lemos

07 107 Genética:
herança ligada aos
cromossomos sexuais
Autor: Marcos Lemos

08 113 Genética:
linkage Autor: Marcos
Lemos

2 Coleção Estudo

BIOLOGIA MÓDULO FRENTE

Composição química dos 03 A seres vivos: lipídios e

carboidratos

LIPÍDIOS

Ao contrário da maioria dos compostos orgânicos, os lipídios, lipídeos ou lípides são insolúveis em água. Por outro lado,

são solúveis em solventes orgânicos, como álcool, éter,

clorofórmio, etc.

Podem ser subdivididos em: lipídios simples, lipídios complexos, esterídeos e carotenoides.

Lipídios simples

Compostos resultantes da associação de ácidos graxos com álcoois. Do ponto de vista químico, os compostos resultantes

da associação de ácidos orgânicos com álcoois são classificados como ésteres. Assim, pode-se dizer que os lipídios simples são ésteres que resultam da associação de ácidos graxos (que são ácidos orgânicos) com álcoois.



Os ácidos orgânicos que participam da formação dos lipídios simples são chamados genericamente de ácidos graxos.

Esses ácidos têm moléculas constituídas por longas cadeias abertas de átomos de carbono ligados a hidrogênios e têm, em uma de suas extremidades, o grupamento ácido carboxila (COOH). Podem ser saturados ou insaturados, conforme a cadeia carbônica seja saturada ou insaturada. Veja exemplos a seguir:

O

CCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCH
CHCHCHCHCHCH22222222222223

HO

Ácido linoleico

O

CCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCHCH222222222222
22223

HO

Ácido palmítico

Ácidos graxos – O ácido linoleico é um exemplo de ácido graxo insaturado, enquanto o ácido palmítico é saturado.

Os ácidos graxos podem ser naturais (produzidos no próprio organismo) e essenciais (obtidos pela dieta). Entre os

essenciais, há um grupo de ácidos graxos conhecidos por ômega (ômega 3, ômega 6), que ajudam a diminuir os níveis do mau colesterol (LDL) e a aumentar os do bom colesterol (HDL). Óleos vegetais (linhaça, canola, girassol) e peixes de água fria (atum, sardinha, salmão) são exemplos de alimentos ricos nesses ácidos graxos.

Os lipídios simples estão distribuídos em dois grupos: glicerídeos e cerídeos.

A) Glicerídeos (glicerídios, glicérides) –
Resultam da associação de ácidos graxos com o álcool glicerol (glicerina).

Conforme a molécula do glicerol se liga a uma, a duas ou a três moléculas de ácidos graxos, os glicérides podem ser classificados em monoglicérides (monoglicerídeos), diglicérides (diglicerídeos) e triglicérides (triglicerídeos). Os monoglicérides resultam da união de uma molécula de ácido graxo com uma de glicerol; os diglicérides são resultantes da união de duas moléculas de ácidos graxos com uma de glicerol; os triglicérides vêm da união de três moléculas de ácidos graxos com uma de glicerol. É bom ressaltar que, toda vez que uma molécula de ácido graxo se liga ao glicerol, há a formação de uma molécula de água. O esquema a seguir mostra a formação de um triglicéride.

Editora Bernoulli **3**

Frente A Módulo 03

H H H H H H H H

H H H H H H H H H O

O C C C C C C C C C H

$$\begin{array}{l} \text{H O C O H C C C C C C C C C C H H C H H H H H H} \\ \text{H H H O H H H H H H H H H H H H H H H H H O H} \\ \text{H H H H H H H C C C C C C C C C C H O O H C H} + \\ 3 \text{H O C C C C C C C C C H H C O C H H H H H H H} \\ \text{H}_2 \text{H O H H H H H H H H H H H H H H H H H O} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{H C O H H C O C C C C C C C C C C H H H H H H H} \\ \text{H H H O O H H H H H H H H H C C C C C C C C C H} \\ \\ \text{H H H H H H H H H H} \end{array}$$

Glicerol Três ácidos graxos Triglicerídeo

Formação de um triglicéride – Observe que, para se estabelecer a ligação entre o glicerol e o ácido graxo, o glicerol perde o

hidrogênio do grupo hidroxila (OH), e o ácido graxo perde a hidroxila (OH). Esse hidrogênio e a hidroxila liberados combinam-se entre

si, formando uma molécula de água. Assim, da reação entre uma molécula de glicerol e três moléculas de ácidos graxos, formam-se

três moléculas de água e uma de triglicerídeo.

Glicerídeos saturados (sem duplas ligações na cadeia carbônica) são sólidos à temperatura ambiente

e constituem as gorduras (banha de porco, gordura de Pelo coco, etc.). Já os glicerídeos insaturados são líquidos. Glândulas sebáceas e constituem os óleos (de soja, de amendoim, de

milho, de fígado de bacalhau, etc.).

Os óleos e as gorduras, muito utilizados em nossa Epiderme

alimentação, são importantes porque atuam como

material de reserva energética e são a segunda fonte

de energia para o organismo (lembre-se de que, Derme em condições normais, a primeira fonte de energia



são os carboidratos). Os óleos são armazenados em

muitas sementes, frutos e fígado de alguns animais. Glândulas As gorduras são reservas energéticas, principalmente sudoríparas

dos animais. Em muitos animais, inclusive no Hipoderme



homem, existem células, denominadas adipócitos,

especializadas em armazenar gordura. Tais células

são encontradas em maior quantidade no tecido Adipócito

adiposo da tela subcutânea (hipoderme), localizada

logo abaixo da derme. As gorduras aí armazenadas,

além de constituírem uma importante reserva

Corte esquemático da pele humana – A pele é formada

energética, exercem outras funções, como

proteção por duas camadas: epiderme e derme. A epiderme é

mecânica para os órgãos internos,

especialmente os constituída por tecido epitelial de revestimento estratificado

ossos, uma vez que funcionam como

amortecedores pavimentososo queratinizado. Nas camadas mais profundas da

dos impactos ou choques mecânicos. Outra

função epiderme, encontramos os melanócitos, células responsáveis

pela síntese da melanina, substância que protege a nossa

também desempenhada por essas gorduras é a de

pele dos efeitos nocivos da radiação ultravioleta do Sol.

isolante térmico. Por serem maus condutores de

A derme é constituída, principalmente, por tecido conjuntivo

calor, os lipídios impedem a perda excessiva de calor *propriamente dito. Abaixo da derme, fica a tela subcutânea*

através da pele e, assim, ajudam na manutenção da *(panículo adiposo, hipoderme) constituída por tecido conjuntivo*

temperatura corporal. *adiposo.*

4 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos: lipídios e carboidratos

É bom lembrar, entretanto, que o excesso 12 17
de triglicérides (gordura) na nossa corrente 13
16 11 sanguínea é prejudicial ao organismo,
uma vez que

aumenta a probabilidade de formação de
ateromas 1 14

(placas de gordura nas paredes das artérias) e,
10 9 15 2 8 consequentemente, o risco de
ocorrência de doenças cardiovasculares.
Quando em altas taxas na corrente

sanguínea, os triglicérides depositam-se sobre as 5 paredes das artérias que, então, tornam-se mais 4 6 estreitas, dificultando a passagem do sangue, podendo *Ciclopentanoperidrofenantreno* – Os esteroides contêm uma

causar hipertensão (aumento da pressão arterial) *cadeia lateral de 8 a 10 carbonos na posição 17 e um grupo*

e aumentar a probabilidade de ocorrência de doenças *hidroxila na posição 3.*

cardiovasculares, como o infarto do miocárdio. No grupo dos esteroides, encontramos o colesterol e seus

B) derivados. Cerídeos (cérides) – São lipídios simples que

resultam da associação de ácidos graxos com álcool

de cadeia aberta diferente do glicerol, como o álcool

cetílico (C H OH). O álcool que participa da formação ^{16 33}

dos cerídeos sempre possui uma cadeia carbônica

maior do que a do glicerol, ou seja, são álcoois de

cadeias longas. HO

Os cerídeos estão representados pelas ceras de *Colesterol*
– O colesterol entra na constituição da membrana

origem animal e vegetal e têm importante papel na *celular das células animais; é também usado como matéria-prima*

proteção e na impermeabilização de superfícies
sujeitas *para a produção de vários derivados, como a testosterona*
(hormônio

à desidratação. Em muitas espécies de vegetais, como
sexual masculino), o estrógeno e a progesterona (hormônios

na carnaubeira, há uma camada de cera sobre a *sexuais*
femininos), e os corticoides (hormônios produzidos pelo

epiderme das folhas que impede a perda
excessiva de *córtex das glândulas suprarrenais).*

água através da transpiração foliar. As ceras
também O colesterol é uma substância útil ao
organismo, sendo, **BIOLOGIA** servem como
matéria-prima para a construção das inclusive,
produzido pelo nosso fígado (colesterol
endógeno)

moradias dos animais que as fabricam. É o caso, por e
utilizado na produção dos sais biliares. Entretanto,
quando

exemplo, das colmeias das abelhas, cuja base da
presente em altas taxas, pode trazer más
consequências.

construção das celas (compartimentos internos) são
Uma delas é a sua deposição nas paredes dos vasos

as ceras. O cerúmen produzido pelos nossos ouvidos,
sanguíneos, que, então, tornam-se mais estreitos,
dificultando

que tem função protetora contra a entrada de corpos a

passagem do sangue, provocando a hipertensão
(pressão

estranhos, também pertence ao grupo dos cerídeos.
alta) e, conseqüentemente, o aumento da
probabilidade de

ocorrência de doenças cardiovasculares, como a
trombose e

Lipídios complexos (compostos) o enfarte.

No sangue, o colesterol associa-se a outros lipídios e

São formados pela associação de ácidos graxos,
álcool proteínas, formando glóbulos ou
corpúsculos de lipoproteínas

e um outro composto de natureza química diferente.
conhecidos por **HDL** (*High-Density Lipoproteins*) e

Assim, enquanto nas moléculas dos lipídios simples só
LDL (*Low-Density Lipoproteins*). Tais corpúsculos têm

existem átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio,
nos diferentes tamanhos e densidades. HDL
(lipoproteínas de

lipídios complexos, além desses três elementos
químicos, alta densidade) tem cerca de 20% de
colesterol, enquanto

encontramos outros, como o nitrogênio ou o fósforo.
Um LDL (lipoproteínas de baixa densidade) tem cerca
de

bom exemplo de lipídios complexos são os fosfolipídios 45% de colesterol. Além de ter um menor percentual de

colesterol em sua constituição, o HDL ajuda a transportar

associação de ácidos graxos, álcool e radicais fosfatos (PO).⁴ são metabolizados, diminuindo, assim, a taxa de lipídios³ outros tipos de lipídios para o fígado, onde tais compostos (também chamados de fosfatídeos), que resultam da

Os fosfolipídios são encontrados na estrutura da membrana

na corrente sanguínea, inclusive a do LDL. Por isso, plasmática das células. costuma-se também chamar o HDL de “bom colesterol”,

enquanto o LDL é conhecido como o “mau colesterol”.

Esterídeos (esteroides) Assim, uma alta concentração de HDL e uma baixa concentração de LDL significam menores riscos de doenças

Têm uma estrutura bastante diferente dos lipídios simples cardiovasculares, enquanto uma alta concentração de LDL e

e complexos, uma vez que apresentam em suas moléculas uma baixa de HDL constituem riscos maiores de ocorrência

o núcleo ciclopentanoperidrofenantreno. dessas doenças.

Editora Bernoulli 5

Frente A Módulo 03

Os níveis mais ou menos elevados de colesterol no sangue em trioses, tetroses, pentoses, hexoses e heptoses.

dependem de vários fatores e não apenas da alimentação Veja a tabela a seguir: com maior ou menor taxa desse lipídio. Fatores metabólicos

individuais e mesmo genéticos também interferem na taxa

dessa substância no organismo. A alta taxa de colesterol, Monossacarídeos Fórmula geral associada ao sedentarismo, ao estresse e ao tabagismo,

aumenta ainda mais a probabilidade de ocorrência de Trioses $C_3H_6O_3$ doenças cardiovasculares. Exames clínicos periódicos são

muito importantes para as pessoas, principalmente para Tetroses $C_4H_8O_4$ aquelas que têm maior tendência a possuir taxas mais

elevadas de colesterol e triglicérides no sangue. Indivíduos Pentoses $C_5H_{10}O_5$ que apresentam taxas de colesterol e triglicérides acima do

considerado normal devem procurar fazer uso de uma dieta Hexoses $C_6H_{12}O_6$ pobre em lipídios e praticar exercícios físicos regulares, com a

devida orientação médica, para ajudar a diminuir a taxa dessas Heptoses $C_7H_{14}O_7$ substâncias na corrente sanguínea e, conseqüentemente, diminuir os riscos de doenças cardiovasculares.

Entre os monossacarídeos de maior importância para os

Carotenoides seres vivos, estão as pentoses e as hexoses. As pentoses

porque entram na constituição dos ácidos nucleicos (RNA e

São lipídios pigmentados (coloridos), vermelhos ou DNA) e do ATP; e as hexoses porque exercem um importante

amarelos, de consistência oleosa. Estão presentes nas papel energético.

células vegetais, onde têm papel importante no processo Entre as pentoses, destacam-se a ribose ($C_5H_{10}O_5$) e a

da fotossíntese. São também importantes para muitos animais. Um bom exemplo é o caroteno, carotenoide desoxirribose ($C_{40}H_{56}O_4$). amarelo-alaranjado abundante na cenoura, que, quando

ingerido por animais, converte-se em vitamina A na

funções biológicas. Uma delas é participar da formação da Ribose Desoxirribose H mucosa intestinal e no fígado. A vitamina A tem várias

rodopsina, um pigmento que aumenta a sensibilidade da retina à luz, permitindo uma melhor visão em ambientes

pouco iluminados.

H H H H

CARBOIDRATOS H H H H C C C C

Carboidratos são compostos orgânicos também conhecidos

por hidratos de carbono, glúcides, glucídios, glícides, glicídios

ou açúcares. *Pentoses* – A ribose entra na constituição do RNA (ácido ribonucleico) e do ATP (adenosina trifosfato) e a desoxirribose,

As moléculas desses compostos orgânicos, normalmente,

na constituição do DNA (ácido desoxirribonucleico).

possuem átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio.

Em alguns deles, encontra-se também o nitrogênio. Entre as hexoses, destacam-se a glicose, a frutose e a

De acordo com a complexidade de suas moléculas, galactose. Todas elas têm importante função energética.

os carboidratos podem ser classificados em monossacarídeos,

oligosacarídeos e polissacarídeos.

Glicose Galactose Frutose

Monossacarídeos

(Monossacárides)

H OH H OH C O C C

São os carboidratos mais simples. Suas moléculas não

precisam sofrer hidrólise para serem absorvidas pelas

células. Nelas há um pequeno número de átomos de H C OH H C OH H OH C carbono. Com algumas exceções, obedecem à seguinte

fórmula geral: H OH H C OH H C OH C

$C_n H_{2n} O_n = C (H O)_n$, em que n pode variar de 3 a 7.

Conforme o número de átomos de carbono presente nas **Hexoses** – Observe que as três têm a mesma fórmula molecular

moléculas, os monossacarídeos podem ser subdivididos ($C_6H_{12}O_6$), *diferindo entre si pela fórmula estrutural.*

6 Coleção Estudo

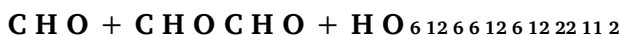
Composição química dos seres vivos: lipídios e carboidratos

As hexoses, especialmente a glicose, são utilizadas para A maltose resulta da união de duas unidades de glicose.

a obtenção de energia por meio das reações químicas da É encontrada em alguns vegetais (cevada, por exemplo)

respiração celular. e também provém da digestão (“quebra”) do amido que

ocorre no tubo digestório de muitos animais.



CALOR Glicose Glicose Maltose

A maltose tem importante papel energético, uma vez que sua hidrólise no tubo digestório dos animais fornece

GLICOSE Respiração celular **ENERGIA** moléculas de glicose, que, então, são absorvidas e utilizadas como fonte de energia.

ATP Maltose + Água Glicose + Glicose maltase

A sacarose, dissacarídeo que resulta da união de uma molécula de glicose com uma de frutose, tem papel energético

Atividades celulares e é abundante em muitos vegetais (cana-de-açúcar,

Obtenção de energia a partir da glicose – Ao serem beterraba, etc.). Sua hidrólise no tubo digestório dos animais,

degradadas (“quebradas”) durante as reações da respiração em presença da enzima sucrase (invertase, sacarase),

celular, liberam energia. Parte dessa energia irradia-se para fornece as hexoses glicose e frutose, que são absorvidas e

o meio sob a forma de calor e parte é transferida para as utilizadas como fonte de energia. Veja os esquemas a seguir:

moléculas de ATP, nas quais fica armazenada até ser utilizada numa atividade celular.

$\text{CHO} + \text{CHOCHO} + \text{HO}_{612661261222112}$

Oligossacarídeos (Oligossacárides)

Glicose Frutose Sacarose Água

São carboidratos resultantes da união de poucos (2 a 10) sucrase

Sacarose + Água Glicose + Frutose

monossacarídeos iguais ou diferentes. Conforme o

número de

monossacarídeos que se ligam, podem ser classificados em

dissacarídeos (união de dois monossacarídeos),
trissacarídeos A lactose, encontrada no leite e
derivados, é um

(união de três monossacarídeos) e assim por diante. A
união entre dissacarídeo, resultante da união da
glicose com a galactose, **BIOLOGIA** e tem papel
energético. Sua hidrólise fornece as hexoses moléculas
de monossacarídeos se faz por meio de uma ligação
glicose e galactose. covalente denominada ligação
glicosídica. Para formar esse tipo de

ligação, um dos monossacarídeos perde um de seus
hidrogênios $\text{C H O} + \text{C H O C H O} + \text{H O}_{612661261222112} (-\text{H})$
e o outro perde uma hidroxila ($-\text{OH}$); os
monossacarídeos se Glicose Galactose Lactose Água unem e o
hidrogênio mais a hidroxila que foram liberados se
juntam

para formar uma molécula de água. Veja o exemplo a
seguir: lactase Lactose + Água Glicose + Galactose

$\text{CH CH OH}_2\text{OH}_2$ **Polissacarídeos**
(Polissacárides)

C C O O

H H H São os carboidratos mais complexos. Suas

macromoléculas H H H

C resultam da união de muitas unidades de monossacarídeos C C C

GLICOSE HO O H (às vezes, milhares delas). São, portanto, polímeros de HO HO H HO H monossacarídeos. Dividem-se em homopolissacarídeos C C C C H + e heteropolissacarídeos. 2 O O OH H OH H Os homopolissacarídeos resultam da polimerização de O O HOCH HOCH O H₂ apenas uma espécie de monossacarídeos. Os principais C C C Ligação glicosídica C exemplos são amido, glicogênio, celulose e quitina. H CH OH H₂ CH₂ OH A macromolécula de amido (amilo) é um polímero formado H HO H HO

FRUTOSE C C por unidades de glicose, sendo encontrada apenas nos C C **SACAROSE** vegetais, nos quais fica armazenada, principalmente, em OH OH H H certos tipos de caule (como a batatinha), raízes (mandioca,

por exemplo) e sementes (milho, trigo, feijão, etc.).

dos monossacarídeos glicose e frutose – À semelhança do Nos vegetais, o amido tem a função de ser uma importante ***Formação do dissacarídeo sacarose a partir da união***

que ocorre na formação de uma ligação peptídica, sempre que reserva energética, uma vez que é a forma como os

se estabelece uma ligação glicosídica, forma-se também uma vegetais armazenam em suas células a glicose que não

molécula de água. Trata-se, portanto, de mais um exemplo de está sendo consumida. Sabe-se que, por meio da reação

síntese por desidratação. de fotossíntese, os vegetais clorofilados fabricam a glicose

que será utilizada como alimento nos processos de
obtenção

Entre os oligossacarídeos, destacam-se os dissacarídeos de energia, isto é, na respiração celular, e também como

maltose, sacarose e lactose. matéria-prima para a produção de outros compostos orgânicos.

Editora Bernoulli 7

Frente A Módulo 03

Entretanto, quando a produção de glicose é maior que o seu O homem, ao contrário dos animais herbívoros, não

consumo, o excesso da produção é armazenado sob forma possui, em seu tubo digestório, os micro-organismos

de amido. Em caso de necessidade, o vegetal lança mão produtores das enzimas celulase e celobiase. Dessa forma,

dessas reservas. Por isso, diz-se que o amido é o material nós não conseguimos aproveitar a celulose

como fonte

de reserva vegetal. de energia. Entretanto, a celulose que ingerimos não é

Além de ser uma reserva energética dos vegetais, totalmente inútil para o nosso organismo, uma vez que ela,

o amido é também um importante alimento energético para juntamente com outras substâncias, forma a parte vegetal

os animais, uma vez que a maioria deles produz as enzimas dos alimentos conhecida como fibras. Essas fibras vegetais

necessárias para degradar a macromolécula de amido, dão consistência às fezes, estimulando os movimentos

transformando-a em várias moléculas menores de glicose, peristálticos do intestino e facilitando a defecação.

Essa digestão do amido é feita em duas etapas, conforme A quitina é um polissacarídeo nitrogenado, duro, resistente que, então, são absorvidas e usadas como fonte de energia.

mostra o esquema a seguir: e insolúvel em água. É um polímero de N-acetilglicosamina.

Tem função estrutural, sendo encontrado no exoesqueleto

Amido + Água Moléculas de maltose amilase dos

artrópodes e na parede celular dos fungos.

Maltose + Água Moléculas de glicose maltase Os heteropolissacarídeos resultam da associação de diferentes tipos de monossacarídeos. Ácido hialurônico,

A macromolécula de glicogênio resulta da união de condroitinsulfato A e heparina são alguns exemplos.

unidades de glicose. Esse polissacarídeo é encontrado em O ácido hialurônico e o condroitinsulfato são encontrados

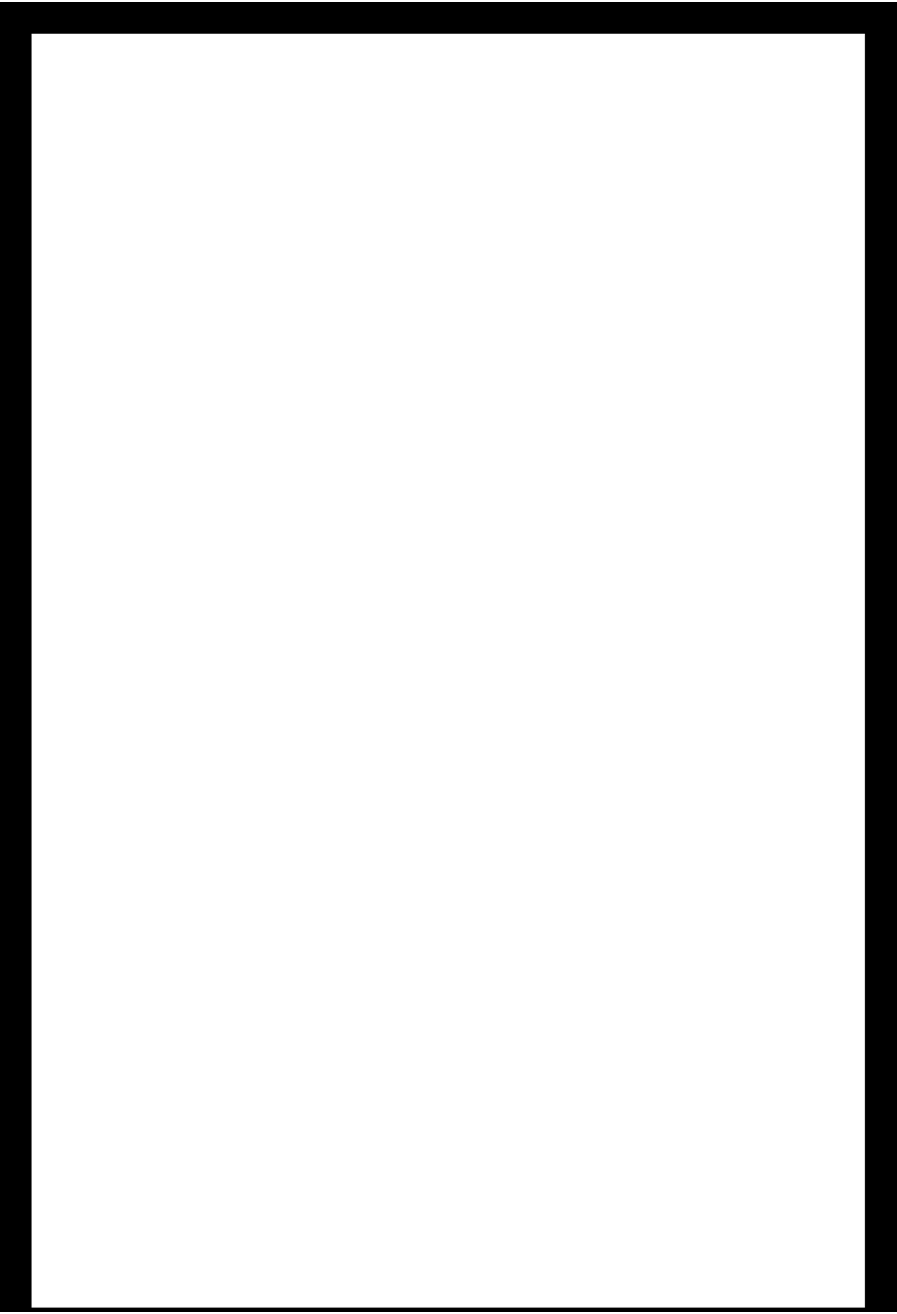
animais e em fungos e tem função de reserva energética, na matriz (substância intercelular) dos tecidos

uma vez que é a forma como os animais e também os conjuntivos. A heparina tem propriedades anticoagulantes,

fungos armazenam glicose em suas células. Diz-se, portanto, sendo produzida pelos mastócitos (tipo de célula do

que o glicogênio é o material de reserva dos animais tecido conjuntivo propriamente dito) e pelos basófilos

(e também dos fungos). Em nosso organismo, por exemplo, (um tipo de leucócito). o glicogênio é encontrado nas células do fígado e nas células



musculares.

O processo de formação do glicogênio tem o nome

LEITURA COMPLEMENTAR

de glicogênese. Quando se faz necessário, o glicogênio **Gorduras trans** é “quebrado” e convertido em moléculas de glicose.

Esse desdobramento do glicogênio em glicose denomina-se **As gorduras trans** são formadas pelo processo de hidrogenação

glicogenólise. (adição de hidrogênios) dos óleos vegetais. Esse processo pode

glicogênese ser industrial ou natural.

Moléculas de glicose Glicogênio

glicogenólise No processo industrial, os óleos vegetais (líquidos) são aquecidos na presença do gás hidrogênio, tornando-se sólidos

A celulose é o carboidrato mais abundante na natureza. à temperatura ambiente. Além de melhorar a consistência

Sua macromolécula resulta da associação de unidades de e o sabor de alimentos, essas gorduras conferem maior

glicose. Sua função é tipicamente estrutural, uma vez que durabilidade aos mesmos, permitindo que alguns produtos

é o principal componente da parede celular (revestimento possam permanecer por mais tempo expostos nas prateleiras

mais externo) das células vegetais.

dos supermercados. Biscoitos, bolos, salgadinhos de pacote,

São raros os organismos que produzem as enzimas batatas fritas, sorvetes, margarina estão entre os alimentos

necessárias para a digestão da celulose. Os ruminantes industrializados que mais contêm gorduras trans. Estudos

(boi, cabra, veado, girafa, etc.), por exemplo, são animais científicos comprovaram que essas gorduras são extremamente essencialmente herbívoros que se alimentam de folhagens prejudiciais à nossa saúde, pois contribuem para elevar a taxa ricas em celulose. Assim como ocorre no nosso organismo,

os ruminantes não produzem as enzimas necessárias do colesterol ruim (LDL) e diminuir a taxa do colesterol bom

para a digestão da celulose. Entretanto, no estômago (HDL), aumentando a probabilidade da ocorrência de doenças

desses animais, vivem e proliferam certas espécies de cardiovasculares. Por causa desses efeitos nocivos, recomenda-se

de produzir e de liberar as enzimas celulase e celobiase, ultrapassando a quantidade de 2 g por dia. A leitura do rótulo permitindo, assim, que, no tubo digestório desses animais, dos alimentos permite verificar quais são ou não ricos em micro-organismos (bactérias, protozoários) que são capazes consumir o mínimo possível desse tipo de gordura, não haja o desdobramento da celulose em moléculas de glicose,

que, então, são absorvidas e utilizadas como fonte de gordura trans.

energia. Para esses animais, a celulose é um importante Um processo de hidrogenação natural formando

pequena alimento energético. A digestão completa da celulose, quantidade de gordura trans ocorre no rúmem de animais. Por à semelhança do que acontece com a digestão do amido, isso, essas gorduras também estão presentes em pequenas é feita em duas etapas. Veja o esquema a seguir:

quantidades em alguns alimentos *in natura* derivados desses

Celulose + **H** celulase celobiase animais, como a carne e o leite. **O**
Celobiose + **H O Glicose**

2 2

8 Coleção Estudo

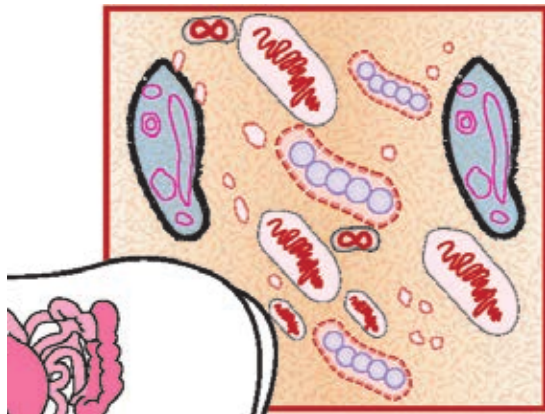
Composição química dos seres vivos: lipídios e carboidratos

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 05. (FCMMG)

Os carneiros, que são ruminantes, abrigam em seus tubos digestórios enormes quantidades de

01. (PUC Minas) Os lipídeos compreendem um grupo produção de micro-organismos que estão diretamente relacionados à

quimicamente variado de moléculas orgânicas tipicamente



hidrofóbicas. Diferentes lipídeos podem cumprir funções específicas em animais e em vegetais. Assinale a alternativa **INCORRETA**.

- A) Os carotenoides são pigmentos acessórios capazes de captar energia solar.
- B) Os esteroides podem desempenhar papéis regulatórios, como os hormônios sexuais.
- C) Os triglicerídeos podem atuar como isolantes térmicos ou reserva energética em animais.
- D) O colesterol é uma das principais fontes de energia para o fígado.

02. (VUNESP-SP) Com o título “Boca livre”, a revista *Veja*, edição 1 298, ano 26, nº 30, de 28 de julho de 1993,

A) amido.

página 55, publicou um artigo sobre uma nova droga

B) amilase.

ainda em testes, o Orlistat, desenvolvida pelo laboratório

C)
celulase.

Hoffmann-La Roche. A reportagem diz que essa

D)
celulose.

droga “[...] bloqueia (uma fatia dessas) enzimas,

E) glicogênio.

impedindo que elas desdobrem as enormes

moléculas de gordura em fragmentos menores. EXERCÍCIOS PROPOSTOS BIOLOGIA

Assim, a gordura não tem como atravessar as paredes do

intestino e não chega à corrente sanguínea”. As
enzimas **01.** (UFMG) Observe o quadro:

que o Orlistat bloqueia correspondem às

A) proteases. **Tipos de Proteínas Lipídios Carboidratos Calorias**
B) lipases. **leite (g) (g) (g)**

C) amilases

D) lactases. 45 1,1 1,0 8,1 Leite humano

E) peptidases. Leite de vaca 63 3,1 3,5 5,0 fresco **03.** (UFRN) Na
maioria dos animais e dos vegetais,

a armazenagem de carboidratos faz-se, Leite em pó 70 3,7 3,8 5,3 reconstituído

A) respectivamente, na forma de glicogênio e de amido. Leite de 43 1,7 1,2 6,5 jumenta

B) respectivamente, na forma de amido e de celulose.

Leite de cabra 92 3,9 6,2 5,4

C) respectivamente, na forma de maltose e de glicose.

D) exclusivamente, na forma de amido. Com base nesse quadro, é **INCORRETO** afirmar que

E) exclusivamente, na forma de glicogênio. A) o leite de jumenta é o mais parecido com o

04. (PUC Minas) Glicogênio, amido e celulose apresentam em B) o leite de cabra tem cerca de 3,5 vezes mais proteínas leite humano.

comum

do que o humano.

A) função de reserva.

C) o leite em pó é o que mais se assemelha ao leite

B) função enzimática. de vaca.

C) constituição glicosídica. D) o leite de vaca é o mais gorduroso.

D) constituição polipeptídica. E) os leites de vaca e de cabra são mais energéticos do

E) função de isolante térmico. que o leite humano.

Frente A Módulo 03

02. (UFU-MG) O colesterol é um esteroide, que constitui um **08.** (UFMG) Esta tabela mostra o teor de proteínas, carboidratos

dos principais grupos de lipídios. Com relação a esse tipo e lípidos em alguns alimentos, expresso em gramas por

particular de lipídio, é **CORRETO** afirmar que 100 g de peso seco.

A) o excesso de colesterol, na espécie humana, aumenta

Alimento Proteínas Carboidratos Lípidos

a eficiência da passagem do sangue no interior dos

vasos sanguíneos, acarretando a arteriosclerose. Carne seca
48,0 0 11,0

B) o colesterol participa da composição química das Farinha de mandioca 1,3 80,8 0,5

membranas das células animais e é precursor Arroz 8,0 76,5 1,4 dos hormônios sexuais masculino (testosterona)

Toucinho 9,7 0 64,0

e feminino (estrógeno).

C) o colesterol é encontrado em alimentos tanto de Com base nos dados da tabela, assinale a alternativa

origem animal como vegetal (ex.: manteigas, que contém a dieta mais adequada para um jogador de

margarinas, óleo de soja, milho, etc.), uma vez que futebol antes de uma competição. é derivado do metabolismo dos glicerídeos. A) Arroz com farinha de mandioca.

D) nas células vegetais o excesso de colesterol diminui B) Arroz com toucinho.

a eficiência dos processos de transpiração celular e C)
Carne seca com farinha de mandioca. de fotossíntese. D)
Carne seca com toucinho.

03. 09. (UEM-PR-2009) Assinale o que for correto. (PUC Minas) Se você misturar um pouco de iodo ao miolo

de pão, o mesmo se tornará arroxeadado devido à presença 01. Amido e glicogênio são polissacarídeos que atuam

de um polissacarídeo. Amostras de alguns alimentos, como substâncias de reserva de energia.

triturados e dissolvidos em água, foram testadas com 02. Amido e glicogênio são polissacarídeos que, por

tintura de iodo. Entre esses alimentos, aquele para o qual hidrólise, produzem glicose.

NÃO se espera a ocorrência de coloração arroxeadada é a(o) 04. Amido e glicogênio são encontrados principalmente

A) rapadura. C) arroz. em raízes e em caules de plantas.

B) mandioca. D) angu. 08. Os glicídios com fórmulas moleculares $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_6$, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ e $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5$ são, respectivamente, um monossacarídeo,

e $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ são, respectivamente, um monossacarídeo,

04. (UFBA) Os óleos comestíveis são considerados um monossacarídeo e um dissacarídeo.

A) ácidos graxos. D) glicerídeos. 16. A água, presente em 75% dos corpos dos seres vivos,

B) tem, em seu alto calor específico, uma das principais fosfolipídios. E) glucídios.

propriedades que proporciona variações bruscas de

C) cerídeos. temperatura no interior das células.

05. (UFMG) A adição de lugol (solução de iodo) a alguns Dê como resposta a soma dos números das afirmativas

alimentos resulta no aparecimento de forte cor azulada.
CORRETAS.

Esse resultado será observado nos alimentos, **EXCETO** em Soma ()

A) arroz. D) mandioca.

B) 10. (UFF-RJ) O colesterol é um importante constituinte das cebola. E) milho.

membranas celulares, estando relacionado à síntese

C) feijão.

dos hormônios esteroides e sais biliares. No plasma,

06. ele é encontrado ligado a corpúsculos lipoproteicos, (PUC Minas) **NÃO** apresenta ligação glicosídica em

sua formação: conforme mostra a figura:

A) LDL – 45% de colesterol HDL – 20% de colesterol amido D) queratina

B) Fosfolipídio celulose E) quitina

C) glicogênio

07. (FCMSC-SP) A respeito de hexoses e de pentoses,

podemos afirmar:

A) ambas fazem parte das moléculas dos ácidos nucleicos. Colesterol

B) ambas são carboidratos. Triglicérides

C) ambas são polissacarídeos. Proteína Proteína

D) ambas fazem parte do componente esquelético da Considere a afirmativa:

parede celular das células vegetais. “Há uma relação direta entre as taxas de colesterol no

E) nenhuma das alternativas citadas. sangue e a incidência de ateromas, trombozes e infartos”.

10 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos: lipídios e carboidratos

Marque a alternativa que apresenta a conclusão **15.**
(PUC-SP) No esquema a seguir, estão representados três

CORRETA acerca dessa afirmativa. tubos de ensaio com seus componentes.

A) Concentrações de HDL e LDL não possuem importância I II III
na avaliação da predisposição para o infarto.

B) Alta concentração de HDL e baixa de LDL significam
pequeno risco de infarto.

C) Alta concentração de LDL e baixa de HDL significam
menor risco de infarto.

D) O aumento das taxas de colesterol depende somente da
alimentação e não é influenciado por fatores genéticos,
estresse, fumo e diminuição da atividade física.

E) A afirmativa é incorreta, pois não há provas

significativas que correlacionem os níveis de colesterol
Amido Saliva Saliva com a incidência de trombose e

de infartos. + + +

11. (PUC Rio–2010) Atletas devem ter uma alimentação rica 37 °C 80 °C 37 °C (pH neutro) (pH neutro) em proteínas e carboidratos. Assim, devem consumir água amido amido

preferencialmente os seguintes tipos de alimentos, Considerando-se que o amido, em presença de lugol,

respectivamente: torna-se azul-violeta, que resultados serão esperados,

A) verduras e legumes pobres em amido. se adicionarmos a cada tubo algumas gotas de solução

B) óleos e vegetais e verduras. de lugol? Por quê?

C) massas e derivados do leite.

D) farináceos e carnes magras. **SEÇÃO ENEM**

E) carnes magras e massas.

12. 01. (Enem–2004) As “margarinas” e os chamados “cremes (Unicamp-SP) Os lipídios têm papel importante na

estocagem de energia, estrutura de membranas celulares, vegetais” são produtos diferentes, comercializados **BIOLOGIA** em embalagens quase idênticas. O consumidor, para visão,

controle hormonal, entre outros. São exemplos de

lipídios: fosfolipídios, esteroides e carotenoides. diferenciar um produto do outro, deve ler com atenção os

A) Como o organismo humano obtém os carotenoides? dizeres do rótulo, geralmente em letras muito pequenas.

Que relação têm com a visão? As figuras que se seguem representam rótulos desses

B) A quais das funções citadas no texto anterior os dois produtos.

esteroides estão relacionados? **CITE** um esteroide

importante para uma dessas funções.

C) **CITE** um local de estocagem de lipídios em animais **Peso líquido 500 g** **Peso líquido 500 g**

e em vegetais. **MARGARINA CREME VEGETAL**

65% de lipídios 35% de lipídios

13. (UFC) Os esteroides são lipídios bem diferentes dos

glicerídeos e das ceras, apresentando uma estrutura Valor energético por

Valor energético por porção de 10 g: 33 kcal

composta por quatro anéis de átomos de carbono Não recomendado para uso culinário porção de 10 g: 59 kcal

interligados. O colesterol é um dos esteroides mais

conhecidos, devido à sua associação com as doenças

Uma função dos lipídios no preparo das massas

cardiovasculares. No entanto, esse composto é muito

alimentícias é torná-las mais macias. Uma pessoa que,

importante para o homem, uma vez que desempenha

por desatenção, use 200 g de creme vegetal para preparar uma série de funções. **CITE**

uma massa cuja receita pede 200 g de margarina, não

A) duas principais funções do colesterol.

obterá consistência desejada, pois estará utilizando uma

B) duas origens do colesterol sanguíneo. quantidade de lipídios que é, em relação à recomendada,

aproximadamente

14. (VUNESP-SP) Os açúcares complexos, resultantes da união de muitos monossacarídeos, são denominados A) o triplo. polissacarídeos. B) o dobro.

A) **CITE** dois polissacarídeos de reserva energética, C) a metade.

sendo um de origem animal e outro de origem vegetal.

D)
um
terço.

B) **INDIQUE** um órgão animal e um órgão vegetal em

que cada um desses açúcares pode ser encontrado. E) um quarto.

Editora Bernoulli **11**

Frente A Módulo 03

02. (Enem–2008) Defende-se que a inclusão da carne bovina

Propostos na dieta é importante, por ser uma excelente fonte de

proteínas. Por outro lado, pesquisas apontam efeitos prejudiciais que a carne bovina traz à saúde, como o 01. D risco de doenças cardiovasculares. Devido aos teores de 02. B colesterol e de gordura, há quem decida substituí-la por outros tipos de carne, como a de frango e a suína. 03. A O quadro a seguir apresenta a quantidade de colesterol 04. D em diversos tipos de carne crua e cozida. 05. B

06.
D

Colesterol (mg/100g)

Alimento

Cru Cozido 07. B

Carne de frango (branca) sem pele 58 75 08. A

Carne de frango (escura) sem pele 80 124

Pele de frango 09. Soma = 03 104 139

Carne suína (bisteca) 49 97 10. B

Carne suína (toucinho) 54 56 11. E

Carne bovina (contrafilé) 51 66 12. A) O organismo humano obtém os

Carne bovina (músculo) 52 67 carotenoides através da alimentação.

Revista *Pro teste*, n. 54, dez. 2006. Cenoura, mamão e abóbora são exemplos

de alimentos ricos em carotenoides.

Com base nessas informações, avalie as afirmativas a Em nosso organismo, os carotenoides são

seguir. convertidos em vitamina A, necessária para

I. O risco de ocorrerem doenças cardiovasculares por a formação de pigmentos visuais da retina,

ingestões habituais da mesma quantidade de carne que permitem uma boa visão. é menor se esta for carne branca de frango do que B) Controle hormonal. Testosterona, estrógenos e

se for toucinho. progesterona são exemplos.

II. Uma porção de contrafilé cru possui, aproximadamente, C) Em animais: tecido adiposo subcutâneo; e em

50% de sua massa constituída de colesterol. vegetais: sementes.

III. A retirada da pele de uma porção cozida de carne 13. A) O colesterol participa da formação da

escura de frango altera a quantidade de colesterol a membrana plasmática das células e atua como

ser ingerida. precursor dos hormônios sexuais.

IV. A pequena diferença entre os teores de colesterol ingerido com alimentos como o ovo e o leite, e B) O colesterol pode ter origem exógena, quando

encontrados no toucinho cru e no cozido indica que endógena, quando fabricado pelo fígado. esse tipo de alimento é pobre em água.

14. A) De origem animal, há o glicogênio, de origem

É correto apenas o que se afirma em

vegetal, o amido.

A) I e II. B) Órgão animal: fígado, músculos esqueléticos;

B) I e III. órgão vegetal: raiz (ex.: mandioca), caule

C) II e III. (ex.: batata-inglesa), semente (ex.: milho).

D) II e IV. 15. Tubo I: teste + (aparecimento da cor azul-violeta)

E) III e IV. devido à ação do lugol sobre o amido.

Tubo II: teste – (não aparecimento da

GABARITO cor azul-violeta), uma vez que, nesse tubo,
a

amilase, presente na saliva, promove rapidamente
o desdobramento do amido em maltose.

Fixação Tubo III: teste +, porque a temperatura de 80 °C
causa a desnaturação da amilase salivar e, assim,

01. D o amido não é desdobrado em maltose.

02. B Seção Enem 03. A

04. C 01. C

05. C 02. E

12 Coleção Estudo

BIOLOGIA MÓDULO FRENTE
Composição química dos 04 A
seres vivos: nucleotídeos,

ácidos nucleicos e ATP

NUCLEOTÍDEOS $\text{H H H N H N N N N H C C C C}$

da associação de uma pentose com um fosfato e com
Os nucleotídeos (nucleotídios) são compostos
resultantes $\text{H C H C N C C N N N H C C}$ uma base nitrogenada.
Veja a representação a seguir: N O

H H

Adenina (A) Guanina (G)

Fosfato $\text{H H H N N O H H O N H O C C C C C C}$

Pentose nitrogenada $\text{N C Base H N H C N C H H C}$

nitrogenada forma um composto chamado genericamente N O H O H H
Nucleotídeo – A união apenas da pentose com a base C C H C H de
nucleosídeo. Assim, pode-se dizer que o nucleotídeo é o Citosina (C) Timina
(T) Uracila (U) nucleosídeo unido ao fosfato.

(H são bases que têm um duplo anel de carbono e nitrogênio, enquanto
 PO); a pentose pode ser a ribose ou a desoxirribose; a
3 4 a citosina (C), a timina (T) e a uracila (U) têm um anel simples. base
nitrogenada é uma base púrica (purina) ou uma base
Nos nucleotídeos, o fosfato é derivado do ácido
fosfórico **Bases nitrogenadas** – Observe que a adenina (A) e a

guanina (G)

pirimídica (pirimidina). No nucleotídeo, a base nitrogenada fica ligada diretamente

Os nucleotídeos que têm a pentose ribose podem ser à pentose (ribose ou desoxirribose). A ribose é capaz de

chamados genericamente de ribonucleotídeos, enquanto formar ligação química com as bases adenina, guanina,

os que têm a desoxirribose podem ser chamados de citosina e uracil. A desoxirribose, por sua vez, é capaz de

desoxirribonucleotídeos. estabelecer ligação com adenina, guanina, citosina e timina.

As bases nitrogenadas que fazem parte dos nucleotídeos Em condições normais, a ribose não forma ligação com a

anel (estrutura cíclica) formado por átomos de carbono e Dessa forma , há oito tipos diferentes de nucleotídeos: quatro nitrogênio. Quando o anel é simples (único), as bases são tipos diferentes de ribonucleotídeos e quatro tipos diferentes são formadas por moléculas que possuem estrutura de timina, assim como a desoxirribose não se liga ao uracil.

anel, são denominadas púricas ou purinas. de desoxirribonucleotídeos. denominadas pirimídicas ou pirimidinas; quando têm duplo

C

N Adenina C Adenina

A A nucleotídeo nucleotídeo

C C Guanina Guanina

N G G nucleotídeo nucleotídeo

Citosina Citosina

Esqueleto molecular de uma pirimidina – As bases pirimídicas c

nucleotídeo C nucleotídeo

estão representadas pela citosina, timina e uracila (uracil). Uracila Timina

U nucleotídeo T nucleotídeo

C N

N C

c Fosfato Ribose Fosfato Desoxirribose

C C

N Tipos de nucleotídeos – A denominação dos nucleotídeos

N pode ser feita de acordo com a base nitrogenada que possuem.

Esqueleto molecular de uma purina – As bases púricas estão Assim,
tem-se: adenina-nucleotídeo, guanina-nucleotídeo,

representadas pela adenina e pela guanina. timina-nucleotídeo, etc.

Editora Bernoulli 13

Frente A Módulo 04

Os nucleotídeos são capazes de se ligar uns aos outros, partir do conhecimento da sequência de

bases da outra. Por

originando moléculas maiores que, dependendo do número exemplo: se uma das cadeias do DNA tem a sequência de

de nucleotídeos que se ligam, podem ser chamadas de bases ATTCAGAAC, na outra cadeia, a sequência terá de ser

dinucleotídeos, trinucleotídeos, etc. Quando muitos nucleotídeos TAAGTCTTG. se ligam, forma-se um polinucleotídeo. Os polinucleotídeos são

polímeros cujos monômeros são os nucleotídeos.

Representação plana Configuração helicoidal

3' 5' P

S
A
T
S

5'
3'
P
P
3'
5'

Pentose s g c s

5'
P
3'
P
3'
5'

Fosfato s c g s

3' 5' 3' P P 3' 5' 5'

S
T
A
S

Base nitrogenada 5' 3' P P 3' 5' D A T D S A T S P P

Um nucleotídeo 5' P C 3' D G D P 3' 5' P P

5' S A T S D T A D 5' P P 3'

P 5' 3' 3' D C G D P P

S
C
G
S

um polinucleotídeo Pequeno trecho de 5' 3' P P 3' 5' S A T S

Formação de um polinucleotídeo – Observe que a ligação 5' 3' P P 3' 5'

fosfodiéster, isto é, entre nucleotídeos, se faz por meio da s c g s

5'
3'

pentose de um nucleotídeo com o fosfato do outro. P

Representação esquemática de um trecho de uma

ÁCIDOS NUCLEICOS *molécula de DNA – A*

molécula do DNA não é plana. As suas duas cadeias ou fitas polinucleotídicas enrolam-se uma sobre

Os ácidos nucleicos são substâncias formadas por a
outra, dando-lhe uma configuração helicoidal. Por isso,

macromoléculas resultantes da união de vários
nucleotídeos. pode-se dizer que a estrutura da molécula do DNA é de
dupla-hélice.

São, portanto, exemplos de polinucleotídeos. Entretanto,
por razões didáticas, muitas vezes é representada com

uma configuração plana, conforme visto no esquema anterior.

Foram descobertos no núcleo das células, fator que
auxiliou em sua denominação. Durante algum tempo,
O modelo molecular do DNA foi proposto, em 1953,
pensou-se que tais substâncias eram exclusivas do

pelos bioquímicos Watson e Crick, que, para elaborá-lo,

núcleo celular. Posteriormente, descobriu-se que essas basearam-se em técnicas de difração de raios X.

Segundo

substâncias também são encontradas no citoplasma, esses dois pesquisadores, a molécula do DNA pode ser

ou seja, não são exclusivas do núcleo. Entretanto, comparada a uma escada retorcida de corda (escada

a denominação ácidos nucleicos permaneceu, uma vez caracol), em que as ligações 5'-3' de fosfodiéster entre

que já havia sido consagrada pelo uso. os fosfatos e as pentoses (no caso, desoxirriboses) formam

os “corrimões”, enquanto os “degraus” são representados

Existem dois tipos de ácidos nucleicos: DNA e RNA. pelas ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas

das duas cadeias polinucleotídicas.

DNA ou ADN (Ácido As moléculas de DNA se diferenciam pelo número de

desoxirribonucleico) nucleotídeos e pela sequência dos mesmos ao longo de suas cadeias. Entretanto, em qualquer molécula de DNA de fita

Normalmente, suas moléculas são formadas por duas duplas há as seguintes relações:

fitas ou cadeias de desoxirribonucleotídeos, unidas uma à



hidrogênio (“pontes de hidrogênio”) são feitas entre as bases $A/T = 1$ $C/G = 1$ $A/T = C/G$ outra por meio de ligações de hidrogênio. Essas ligações de $A + C = 1$

$T + G$

púricas de uma cadeia e as bases pirimídicas de outra cadeia,

obedecendo sempre ao seguinte pareamento: adenina com No DNA, a sequência dos nucleotídeos é fundamental para

timina (ou vice-versa) e guanina com citosina (ou vice-versa). caracterizar a molécula e para determinar o seu papel na célula.

Para unir uma adenina a uma timina, são necessárias duas

ligações de hidrogênio, enquanto para ligar uma guanina a Desde 1944, sabe-se que o DNA está diretamente

uma citosina são necessárias três ligações. Assim, na molécula relacionado com a hereditariedade: trechos

de suas

de DNA, cada adenina de uma cadeia deve estar ligada a moléculas que contêm informações genéticas codificadas

uma timina de outra cadeia, por meio de duas ligações de constituem os gens ou genes. Assim, o DNA é fundamental

hidrogênio, e cada citosina de uma cadeia deve estar ligada a no controle das atividades da célula, determinando suas

características
genéticas.

uma guanina da outra, por meio de três ligações de hidrogênio.

Por isso se diz que as duas cadeias polinucleotídicas que Uma propriedade importante que o DNA tem é a compõem a molécula do DNA são complementares. Isso sua capacidade de sofrer autoduplicação (duplicação,

permite descobrir a sequência de bases de uma cadeia a replicação).

14 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos:
nucleotídeos, ácidos nucleicos e ATP

Molécula original de fucsina básica descorada pelo anidro sulfuroso (SO₂).

A fucsina básica, por sua vez, é um composto orgânico de caráter básico (pH elevado) muito utilizado na preparação de diferentes corantes utilizados no estudo das células.

A reação de Feulgen é dita positiva se aparecer a cor Cadeia vermelha, significando que na estrutura analisada existe

modelo DNA. Essa reação é específica para o DNA, e a intensidade

da cor vermelha que se forma é proporcional à concentração

de DNA. Desse modo, pode-se fazer também um estudo

quantitativo desse ácido. Como a reação de Feulgen só dá

positiva para o DNA, este é dito Feulgen positivo, enquanto

o RNA é Feulgen negativo.

A partir das duas últimas décadas do século passado,

Nucleotídeos o DNA passou a ser utilizado em testes de identificação de

sendo incorporados

Molécula- à cadeia em formação Molécula- pessoas, bem como em testes de comprovação ou não de filha

filha paternidade. É o chamado teste de DNA. Cadeias

recém-formadas

Duplicação do DNA – Na duplicação do DNA, uma molécula RNA ou ARN (Ácido ribonucleico) (que se pode chamar de “molécula-mãe”) origina duas

Suas moléculas, normalmente, são formadas por uma “moléculas-filhas” iguais entre si e iguais à “molécula-mãe”.

única cadeia ou fita de ribonucleotídeos.
Normalmente,

Essa duplicação é semiconservativa e exige a presença, no

essa cadeia enrola-se sobre si mesma, adquirindo uma interior das células, de enzimas especiais (DNA-helicase, DNA-

configuração helicoidal. Pode-se dizer, então, que o RNA

polimerase, DNA-ligase) e de desoxirribonucleotídeos livres,

tem uma estrutura de hélice simples.

isto é, que não estejam ligados uns aos outros. A DNA-helicase

catalisa a reação que desenrola a dupla-hélice do DNA; a DNA-

Existem três tipos básicos de RNA: RNAr, RNAm e RNAt.

polimerase catalisa a reação que adiciona novos nucleotídeos Todos participam do processo de síntese de proteínas no

durante a síntese, e a DNA-ligase une esses nucleotídeos interior da célula. *formando uma nova fita de polinucleotídica.*

Assim, cada fita

- **RNAr (RNA ribossômico)** – É o tipo de RNA mais

BIOLOGIA

de nucleotídeos proveniente da “molécula-mãe” serve de molde

abundante na célula. Participa da constituição química

para a síntese de uma nova fita polinucleotídica. Essa síntese,

dos ribossomos, vindo daí o seu nome.

resultante da adição de novos nucleotídeos, sempre ocorre

no sentido 5'-3'. Os ribossomos ou ribossomas são estruturas celulares

constituídas de proteínas e RNA que exercem

O DNA é encontrado nas mitocôndrias, nos cloroplastos e, importante papel no processo da síntese de proteínas,

principalmente, nos cromossomos. A duplicação do DNA promovendo a ligação entre os diversos aminoácidos

cromossômico ocorre momentos antes de uma célula iniciar que irão compor a molécula proteica.

período S da intérfase. Desse modo, as “células-filhas”

- **RNA_m (RNA mensageiro)** – É o tipo de RNA que um processo de divisão (reprodução) celular, no chamado

formadas por meio de uma mitose conterão as mesmas ocorre em menor quantidade dentro da célula.

Participa da síntese de proteínas, trazendo do DNA informações genéticas da “célula-mãe”. para os ribossomos as informações codificadas a

A duplicação do DNA mitocondrial e do DNA dos cloroplastos respeito de quais aminoácidos irão compor a molécula

independe da duplicação do DNA cromossômico. proteica e em que sequência deverão ser ligados.

A presença de DNA em uma estrutura celular pode ser • **RNA_t (RNA transportador, RNA transferidor,**

detectada por meio de uma técnica de coloração conhecida **RNA *transfer***) – Seu papel na síntese de proteínas

por reação de Feulgen. Essa reação consiste basicamente consiste em transportar aminoácidos que se

em mergulhar o material que se quer submeter à análise encontram dispersos no interior da célula para o local

em uma solução aquecida de ácido clorídrico e, em seguida, da síntese, isto é, para o local onde se encontram os

ao reativo de Schiff. O reativo de Schiff é uma solução ribossomos ligados ao RNAm.

Tipos de RNA

RNAm RNAt RNAr

RNAm

Ribossomo

Tem morfologia de um filamento Sua morfologia lembra uma “folha de trevo”. Juntamente com proteínas, forma os ribossomos, estruturas celulares nas

simples. Por meio da sequência de

seus códons (transcritos do DNA), síntese da proteína, unindo seu anticódon ao Transporta o aminoácido que será utilizado na quais se liga o RNAm. Os ribossomos promovem a formação das ligações

determina a posição dos aminoácidos

nas proteínas. Liga-se aos ribossomos. formarão a cadeia polipeptídica. respectivo códon do RNAm. peptídicas entre os aminoácidos que

Editora Bernoulli 15

Frente A Módulo 04

Os ácidos nucleicos, DNA e RNA, embora tenham muitas Normalmente, a energia utilizada nas atividades celulares é

semelhanças quanto aos seus componentes químicos,

proveniente da degradação do ATP em ADP. A degradação do

desempenham papéis biológicos diferentes. O DNA é portador ADP em AMP, assim como a degradação do AMP, é um recurso

a mensagem genética presente no DNA e traduzi-la em necessidade. No metabolismo celular normal, moléculas proteínas. Veja, a seguir, um esquema bem simplificado de ATP estão constantemente sendo degradadas em das mensagens genéticas. A função do RNA é transcrever de que a célula lança mão apenas em casos de extrema

da síntese de proteínas que ocorre no interior das células.

ADP + P, liberando energia para as atividades. Por outro lado, i

TGT GGG usando energia proveniente, principalmente, da respiração

AAC celular, moléculas de ATP estão constantemente sendo

AGG

GGG reconstituídas a partir da adição de um grupo fosfato ao ADP.

T

GT

AGG

AAC

DNA TGT **Glicose**

1

Respiração

RNA_m 5 **celular**

2



3 RNA_m Ribossomo



Calor Energia Calor



Peptídeo

4

RNA_t

ADP + P ATP Energia i

Aminoácido

A síntese de proteínas – 1. Segmento de DNA em que há uma informação codificada, que diz respeito à estrutura primária

de uma determinada proteína. 2. A informação contida no Atividades celulares segmento de DNA é transcrita para o RNA_m. 3. O RNA_m com

a informação transcrita do DNA vai ao encontro do ribossomo. **Relação entre a síntese (produção) de ATP feita na 4.** Moléculas de RNAt trazem os aminoácidos que serão **respiração celular e sua degradação** – Durante as reações utilizados na síntese da proteína. **5.** O ribossomo percorre a da respiração celular, compostos orgânicos, especialmente a

fita do RNAm, fazendo a tradução da mensagem que nele está glicose, são degradados, liberando energia sob a forma de

codificada e, com os aminoácidos trazidos pelos RNAt, fabrica a calor. Parte dessa energia se perde rapidamente, irradiando-se

referida proteína. para o meio, e parte é usada para ligar grupos fosfatos a moléculas de ADP, formando, assim, moléculas de ATP.

ATP (ADENOSINA TRIFOSFATO) A

síntese do ATP, portanto, é feita por meio de uma

fosforilação, isto é, acréscimo de fosfato ao ADP. Quando a célula necessita de energia para a realização de um trabalho

de adenosina) também é de natureza nucleotídica, A molécula de ATP (adenosina trifosfato ou trifosfato qualquer, as moléculas de ATP são degradadas em $ADP + P$, i e a energia liberada nessa degradação é então utilizada.

uma vez que é formada pela base nitrogenada adenina, Nos vegetais, além da produção de ATP feita com energia

ligada à pentose ribose, que, por sua vez, liga-se a três proveniente da respiração celular, também há produção

grupos fosfatos. Veja a representação a seguir: de ATP

com utilização de energia obtida a partir da luz.

Essa produção de ATP com energia obtida,
primariamente,
a partir da luz denomina-se fotofosforilação e ocorre
durante

$P \rightarrow P \rightarrow CH_2$ a fotossíntese.

o Adenina

Em linhas gerais, o metabolismo energético das
células

Ribose consiste em degradar moléculas orgânicas (em
geral, glicose)

Adenosina P Fosfato em reações exotérmicas (reações
exergônicas, cuja energia

Adenosina monofosfato (AMP) liberada está sob a forma de calor),
armazenando parte

Adenosina difosfato (ADP) Ligação de

Adenosina trifosfato (ATP) alta energia dessa energia, antes que a
mesma se perca totalmente.

Para isso, as células contam com substâncias especiais,

Estrutura do ATP – A adenosina é um nucleosídeo resultante

capazes de armazenar energia em suas moléculas e,
quando

da união da base nitrogenada adenina com a pentose ribose.

necessário, transferi-la para qualquer atividade em
que ela

o AMP (adenosina monofosfato); quando se liga a dois grupos seja necessária. A substância armazenadora de energia mais Quando a adenosina se liga a apenas um grupo fosfato, forma-se

fosfatos, há a formação de ADP (adenosina difosfato); quando importante para as células é o ATP. O ATP funciona como

se liga a três grupos fosfatos, forma-se o ATP. Nas ligações uma “moeda energética” que pode ser gasta em qualquer

químicas do ATP, em especial nas ligações entre os grupos momento em que a célula necessitar. Conforme a atividade,

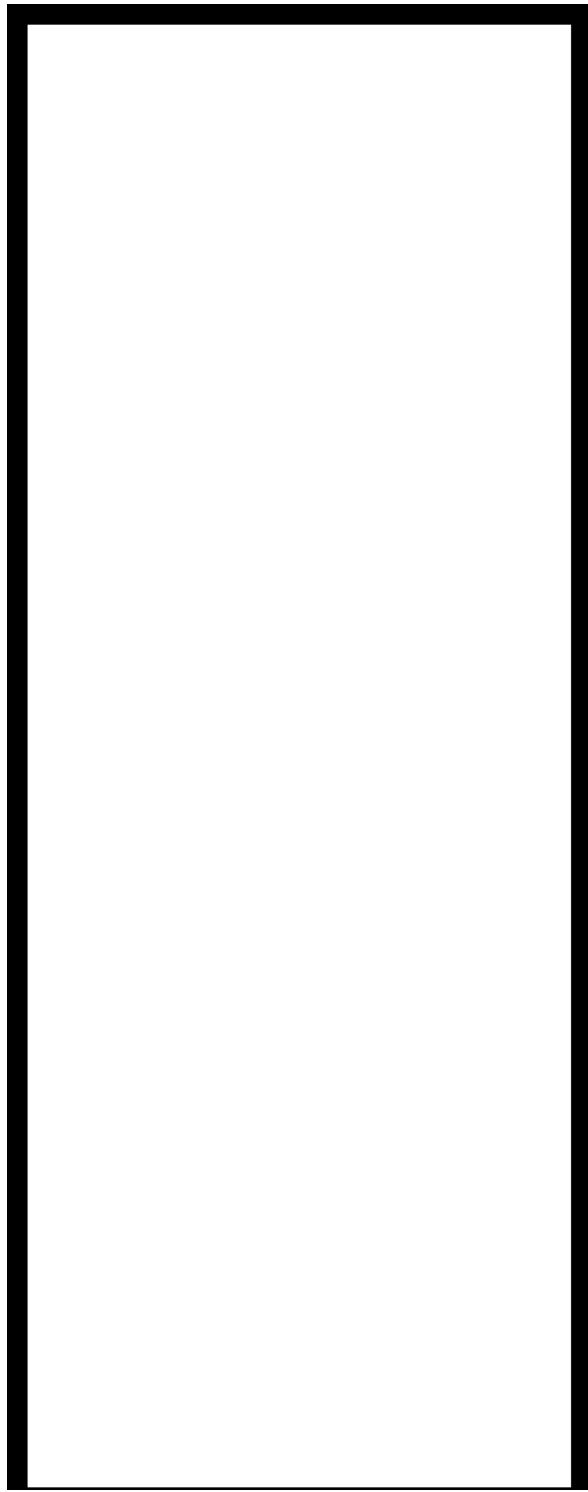
fosfatos, fica armazenada a energia que será utilizada nas haverá um gasto maior ou menor de energia. Assim,

atividades celulares. Assim, o ATP é a fonte imediata de energia conforme a atividade, haverá nas células uma degradação

para o trabalho celular. de um número maior ou menor de moléculas de ATP.

16 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos: nucleotídeos, ácidos nucleicos e ATP



Teste de DNA_F

EF

O teste de DNA é utilizado na identificação de pessoas, sendo de grande valia em investigações policiais e criminais, bem como CD

no reconhecimento de paternidade. BD

Criado em 1984 pelo cientista inglês Alec Jeffreys, o exame AB

de DNA, resumidamente, consiste no seguinte: o DNA presente

em células do sangue ou de algum outro tecido é fragmentado
Verifica-se primeiro quais bandas do filho se alinham com

em diversos pedaços com a utilização de enzimas especiais *as bandas da mãe.*

conhecidas por enzimas de restrição. Em seguida, os fragmentos

são extraídos e colocados sobre um bloco gelatinoso e poroso Mãe Filho Pai

e separados de acordo com o tamanho, por meio de um

campo elétrico (eletroforese). A eletroforese é uma técnica L

que permite separar moléculas de acordo com o seu tamanho EF K
e carga elétrica. DF JK

CD I I

Devido à presença dos íons fosfato (PO_{3-4}), os fragmentos

deslocam-se do polo negativo para o polo positivo. AB GB GH

Os fragmentos menores deslocam-se mais rápido do

que os maiores. Assim, ao término do procedimento,

As bandas restantes do filho devem alinhar-se e coincidir

os fragmentos menores estarão mais próximos do

com as bandas do pai.

polo positivo e os maiores, do polo negativo, alinhados

numa disposição que lembra um código de barra. No teste de paternidade, normalmente utilizam-se fragmentos

Ao serem iluminados com luz ultravioleta, tornam-se fluorescentes. de DNA conhecidos por **VNRTs** (*Variable Number of Tandem*

O tamanho desses fragmentos é medido em Kb (quilobases), sendo *Repeats* = número variável de repetições em sequência),

1 Kb = 1 000 pares de bases nitrogenadas. formados por repetições de unidades compostas por

nucleotídeos. São fragmentos encontrados em determinados

A eletroforese do DNA fornece um padrão de faixas ou bandas cromossomos que, apesar de não codificantes, também são

BIOLOGIA

de diferentes larguras e tamanhos (semelhante ao código de transmitidos segundo as leis mendelianas. Dessa forma,

barras), que é típico de cada pessoa. parte desses fragmentos que uma pessoa possui foi herdada

da mãe e a outra parte, herdada do pai. Esses fragmentos

são diferentes para cada pessoa (exceto nos casos de

gêmeos univitelinos).

UV

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

01. (OSEC-SP) Quanto à sua estrutura química, o DNA e o

A B C RNA são

O exame do DNA – A. O DNA presente em células A) polipeptídeos.
D) fosfatídeos.

do indivíduo é fragmentado e, em seguida, extraído; B)
nucleoproteínas. E) polinucleotídeos.

B. Os fragmentos de DNA são colocados sobre um bloco C)
polissacarídeos.

gelatinoso e separados de acordo com o tamanho por meio de

eletroforese; C. Após a adição de um reagente específico, sob **02.** (FCC-SP) Qual das seguintes alternativas indica

radiação ultravioleta, os fragmentos se tornam fluorescentes
CORRETAMENTE a forma como os nucleotídeos se unem

e se mostram alinhados à semelhança das faixas (bandas) de para
formar polinucleotídeos?

um código de barras. O padrão observado é típico para cada

A) Fosfato-Fosfato

pessoa. É a chamada impressão digital (fingerprint) de DNA.

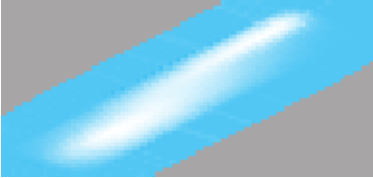
B) Pentose-Base nitrogenada

Essa técnica pode ser feita com trechos codificantes e / ou C)
Fosfato-Base nitrogenada

trechos não codificantes da molécula de DNA. D) Base nitrogenada-Base nitrogenada

O teste de paternidade feito com o DNA garante 99,9% de certeza
E) Pentose-Fosfato

e, resumidamente, consiste no seguinte: são coletadas amostras

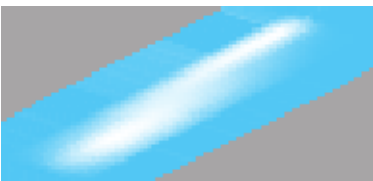


do DNA da mãe, do filho e do suposto pai. Verifica-se primeiro

03. (UFMG) Se o total de bases nitrogenadas de uma



quais as bandas do filho se alinham com as bandas da mãe;
sequência de DNA de fita dupla é igual a 240 e se nela



confirma-se, assim, tratar-se de mãe e filho. As bandas restantes
existem 30% de adenina, o número de moléculas de



do filho devem se alinhar e coincidir com as bandas do pai;
guanina será igual a

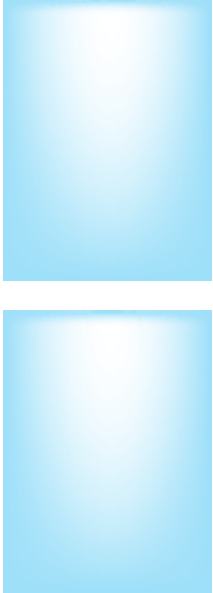


se isso ocorrer, a paternidade estará comprovada; caso A) 48. C)
120. E) 168.



contrário, a paternidade é descartada. Veja a ilustração a seguir:
B) 72. D) 144.





Frente A Módulo 04

04. (UFJF-MG) A duplicação do DNA é o processo pelo qual as **03.** (UFSM-RS-2006) O DNA presente nas mitocôndrias

informações genéticas se propagam nas células, a cada tem composição e estrutura típicas desse tipo de ácido

geração. Suponha que uma molécula de DNA radioativo nucleico, portanto é formado por

e precursores não radioativos sejam adicionados a um I. uma cadeia de nucleotídeos em que as bases nitrogenadas

tubo de ensaio. Considerando-se que a replicação ocorra interação, formando ligações fosfo-diéster.

normalmente, o que será encontrado no tubo de ensaio

após 2 ciclos de replicação? II. duas cadeias polinucleotídicas paralelas e

complementares entre si, por meio dos pareamentos

A) Uma molécula de DNA com 2 fitas radioativas, duas de

aminoácidos.

moléculas de DNA com 1 fita radioativa e 1 não

radioativa, e uma molécula de DNA com 2 fitas não III.
nucleotídeos que são compostos por uma base

radioativas. nitrogenada, uma pentose e um radical
“fosfato”.

B) Duas moléculas de DNA com 2 fitas não radioativas, Está(ão)
CORRETA(S)

e duas moléculas de DNA com 1 fita radioativa e A) apenas
I. D) apenas I e II. 1 fita não radioativa.

B) apenas II. E) apenas II e III.

C) Duas moléculas de DNA com 2 fitas não radioativas, C) apenas
III.

e duas moléculas de DNA com 2 fitas radioativas.

D) Quatro moléculas de DNA com as 2 fitas
radioativas. **04.** (UGF-RJ)

E) Quatro moléculas de DNA com as 2 fitas não radioativas. **DNA
AJUDA NA LUTA CONTRA CRIME**

05. *A polícia britânica dispõe do primeiro arquivo do mundo*

(FMIT-MG) Uma molécula de ATP, trifosfato de

dedicado à luta contra o crime, capaz de registrar

adenosina, apresenta os mesmos componentes que

uma molécula de adenina nucleotídeo, de um RNA, *delinquentes.*
Para os promotores do projeto, trata-se dados de até cinco milhões de
delinquentes ou supostos

diferindo apenas *do dispositivo mais revolucionário no serviço da*
polícia

A) no número de bases nitrogenadas. *desde a introdução das*

impressões digitais.

B) no número de grupos fosfóricos. *JORNAL DO BRASIL*, 12 abr. 1995.

C) no tipo de pentose.

Nesse novo arquivo policial, a diferença estrutural

D) no número de pontes de hidrogênio.

E) em nenhuma destas. base para a identificação dos delinquentes. Essa diferença existente entre as moléculas de DNA será tomada por

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

consiste no(a) A) tipo de pentose existente.

B) número de fosfatos presentes.

01. (FCMSC-SP) Suponha que no DNA de certa célula haja C) número de desoxirriboses contidas.

20% de guanina e 30% de outra base. Nessa célula, as D) presença da dupla-hélice.

porcentagens de citosina, timina e adenina devem ser, E) sequência de bases nitrogenadas.

respectivamente,

A) 30%, 30% e 30%. D) 20%, 30% e 30%. **05.** (FUVEST-SP) Bactérias foram cultivadas em um meio

B) 30%, 30% e 20%. E) 20%, 20% e 20%. nutritivo, contendo timina radioativa, por centenas de

C) 30%, 20% e 30%. gerações. Dessa cultura, foram isoladas 100 bactérias e

transferidas para um meio sem substâncias radioativas.

02. Essas bactérias sofreram três divisões no novo meio, (UFV-MG) Em 2004, comemorou-se 50 anos da publicação

do trabalho de Francis Crick e James Watson, que produzindo 800 bactérias. A análise dos ácidos nucleicos

estabeleceu o modelo da estrutura da molécula de ácido mostrou que dessas 800 bactérias

desoxirribonucleico (DNA). Entre as afirmativas a seguir, A) 100 apresentavam o DNA marcado, mas não o RNA.

assinale a alternativa **CORRETA**. B) 200 apresentavam o DNA marcado, mas não o RNA.

A) Uma cadeia simples de DNA é constituída de C) 400 apresentavam o DNA marcado, mas não o RNA.

nucleotídeos, compostos por uma desoxirribose ligada

D) 200 apresentavam o DNA e o RNA marcados.

a um fosfato e a um aminoácido.

E) todas apresentavam o DNA e o RNA marcados.

B) A polimerização de uma fita simples de DNA é dita

semiconservativa, pois independe da
existência de **06**. (FEP-PA) O DNA e o RNA são
constituídos de muitas unidades, uma fita molde.

os nucleotídios. Cada nucleotídio é constituído por um grupo

C) Os nucleotídeos são polimerizados por meio de ligações
fosfodiéster entre o fosfato e a base nitrogenada. fosfato, por uma
pentose e por uma base nitrogenada.

A diferença entre DNA e RNA se estabelece

D) Duas cadeias simples de DNA formam uma dupla-hélice,

por meio da formação de pontes de hidrogênio entre as A)
na pentose e nas bases nitrogenadas. bases nitrogenadas. B)
no fosfato e nas bases nitrogenadas.

E) As duas cadeias de uma dupla-hélice possuem a C) na pentose e
no fosfato.

mesma orientação, e suas sequências de bases são D) na pentose, nas bases nitrogenadas e no fosfato.

complementares. E) apenas nas bases nitrogenadas.

18 Coleção Estudo

Composição química dos seres vivos: nucleotídeos, ácidos nucleicos e ATP

07. (Cesgranrio) A análise do conteúdo de bases nitrogenadas **10.** (Unicamp-SP) Considere a seguinte constatação, com

de uma amostra pura de DNA revelou os valores relação à duplicação de ácidos nucleicos: “O DNA pode

mostrados na tabela a seguir: produzir mais moléculas iguais a si próprio”. Como seria

Tipos de explicada essa constatação, sabendo também que o DNA,

bases Adenina Citosina Timina Guanina quando isolado da célula e purificado, é incapaz de realizar

Quantidades a sua duplicação?

de bases 182 186 85 372

11. (PUC Rio–2010) O material genético deve suas

A observação desses resultados permitiu deduzir que a

propriedades a seus constituintes, os nucleotídeos,

amostra de DNA analisada é formada por apenas uma

cadeia (um filamento). e à forma como são organizados na molécula de ácido

nucleico. No caso específico do DNA, é característica da

Essa conclusão baseou-se no fato de que a(s)

estrutura molecular

quantidade(s) de

A) guanina era o dobro da quantidade de adenina. A) a ligação entre as bases nitrogenadas se dar por

B) guanina era a mais alta de todas. pontes de enxofre.

C) citosina e adenina eram iguais. B) a pentose típica do DNA ser uma desoxirribose.

D) timina era muito baixa.

E) adenina e timina eram diferentes. C) ter como bases nitrogenadas a adenina, a citosina,

a guanina, a timina e a uracila.

08. (UERJ) Na tabela a seguir, estão indicadas as massas D) não existir uma orientação de polimerização dos

moleculares dos diferentes nucleotídeos que compõem nucleotídeos em cada cadeia.

uma molécula de DNA de fita dupla.

E) formar cadeias somente de fita simples.

Nucleotídeo Massa molecular

Citosina-nucleotídeo 323 12. (UFF-2011) “Após o anúncio histórico da criação de

Guanina-nucleotídeo vida artificial no laboratório do geneticista Craig Venter, 347 **BIOLOGIA**

Adenina-nucleotídeo o mesmo responsável pela decodificação do genoma 363

humano em 2001, o presidente dos EUA, Barack Obama,

Timina-nucleotídeo 322

pediu a seus conselheiros especializados em biotecnologia

Sabendo-se que a referida molécula de DNA tem para analisarem as consequências e as implicações da

10^4 pares de bases, que os nucleotídeos de adenina nova técnica.”

sempre se ligam com os nucleotídeos de timina, assim O Globo *on line*, 22 maio 2010.

como os de citosina se ligam aos de guanina, e que esses

pares ocorrem nessa molécula com frequências idênticas, A experiência de Venter ainda não explica como a vida

pode-se avaliar que a massa molecular desse DNA é de, começou, mas reforça novamente que, sob determinadas

aproximadamente, condições, fragmentos químicos são unidos para formar

A) $3,3 \times 10^4$. D) $1,3 \times 10^7$. a principal molécula responsável pelo código genético

B) $3,3 \times 10^6$. E) $1,3 \times 10^4$ da vida. Para a síntese de uma molécula de DNA em .

C) $6,7 \times 10^6$ laboratório, a partir de uma fita molde de DNA, além do .

primer, deve-se utilizar

09. (FMTM-MG) A partir de um tecido animal, foram retiradas A) nucleotídeos de Timina, Citosina, Guanina e Adenina;

quatro amostras que continham ácidos nucleicos. Após a

DNA e RNA polimerase.

análise das amostras, obteve-se o seguinte:

B) nucleotídeos de Timina, Citosina, Guanina e Uracila;

• Amostra I: desoxirribose.

e DNA polimerase.

- Amostra II: timina.

- Amostra III: 20% de citosina e 20% de guanina. C) nucleotídeos de Timina, Citosina, Guanina e Adenina;

- Amostra IV: 30% de adenina e 10% de uracila. e DNA polimerase.

Entre as amostras analisadas, pode-se afirmar que se D) nucleotídeos de Timina, Citosina, Guanina e Uracila;

refere ao DNA o contido apenas em e RNA polimerase.

A) III e IV . C) II e III. E) I e II. E) nucleotídeos de Timina, Citosina, Guanina, Uracila e

B) II e IV. D) I e III. Adenina; e DNA polimerase.

Editora Bernoulli 19

Frente A Módulo 04

SEÇÃO ENEM A comparação das proporções permitiu concluir que ocorre emparelhamento entre bases nitrogenadas e que

01. (Enem–1998) João ficou intrigado com a grande elas formam

quantidade de notícias envolvendo DNA: clonagem A) pares de mesmo tipo em todas as espécies,

da ovelha Dolly, terapia gênica, teste de paternidade, evidenciando a universalidade da estrutura do DNA.

engenharia genética, etc. Para conseguir entender as

B) pares diferentes de acordo com a espécie considerada,

notícias, estudou a estrutura da molécula de DNA e seu o que garante a diversidade da vida.

funcionamento e analisou os dados do quadro a seguir:

C) pares diferentes em diferentes células de uma mesma

I espécie, como resultado da diferenciação celular. A T C C
G G A T G C T T

T A G G C C T A C G A A D) pares específicos apenas nos gametas,
pois essas

células são responsáveis pela perpetuação das

II

A T C C G G A T G C T T espécies.

E) pares específicos somente nas bactérias, pois esses organismos são formados por uma única célula.

U A G G C C U A C G A A

III U A G G C C U A C G A A **GABARITO**

Metionina Alanina Leucina Glutamato

Fixação

IV 01. E 04. B Bases nitrogenadas: A = Adenina

T = Timina 02. E 05. B C =
Citosina

03.
A

G = Guanina

U = Uracila

Propostos

Analisando-se o DNA de um animal, detectou-se que 40% de suas bases nitrogenadas eram constituídas por 01. D adenina. Relacionando esse valor com o emparelhamento

02.
D

específico das bases, os valores encontrados para as
outras bases nitrogenadas foram 03. C

A) T = 40%; C = 20%; G = 40%. 04. E

B) T = 10%; C = 10%; G = 40%. 05. B

C) T = 10%; C = 40%; G = 10%.

06.
A

D) T = 40%; C = 10%; G = 10%.

07.
E

E) T = 40%; C = 60%; G = 60%.

08.
C

02. (Enem–2004) A identificação da estrutura do DNA foi 09. E

fundamental para compreender seu papel na continuidade

da vida. Na década de 1950, um estudo pioneiro 10. Para que o
DNA possa se autoduplicar,

determinou a proporção das bases nitrogenadas que são necessárias
certas condições, como a

compõem moléculas de DNA de várias espécies. disponibilidade de
nucleotídeos livres, que

servirão de matéria-prima para a formação das

Exemplos novas moléculas de DNA, além das enzimas **Bases**
nitrogenadas

de materiais específicas. Essas condições são encontradas

analisados Adenina Guanina Citosina Timina

naturalmente apenas no interior de células vivas.

Espermatozoide Assim, uma vez isolado da célula e purificado, o
30,7% 19,3% 18,8% 31,2% humano DNA não dispõe das condições
necessárias para se

Fígado humano 30,4% 19,5% 19,9% 30,2% autoduplicar.

Medula óssea de rato 11. B 28,6% 21,4% 21,5% 28,5%

Espermatozoide de 12. C 32,8% 17,7% 18,4% 32,1% ouriço-do-mar

Plântulas de trigo Seção Enem 27,9%
21,8% 22,7% 27,6%

Bactérias *E.coli* 01. D 02. A 26,1% 24,8% 23,9% 25,1%

20 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO**
FRENTE Histologia animal: 03 B
tecidos conjuntivos de

transporte e de sustentação

TECIDOS CONJUNTIVOS DE stos

Pericôndrio ôn n n ndrio d i drio

SUSTENTAÇÃO

Condroplast
o op p
p
plasto

Tecido cartilaginoso
CondroblastoCondroblaCo

Como os demais tipos de tecido conjuntivo, o tecido Condrócito Condrócito

cartilaginoso, ou simplesmente cartilagem, contém células

(condroblastos e condrócitos) e uma substância intercelular,

chamada de matriz cartilaginosa.

De acordo com a abundância e com o tipo de fibra presente

A matriz cartilaginosa é constituída da substância na sua matriz, existem três variedades de cartilagem:

fundamental amorfa (rica em mucopolissacarídeos ácidos, hialina, elástica e fibrosa.

como o ácido hialurônico e o ácido condroitinosulfúrico) e

- **Cartilagem hialina** – É a mais frequente do

de fibras proteicas (colágenas e elásticas). corpo humano e se caracteriza por possuir uma

Os condroblastos são as células cartilaginosas jovens, com quantidade moderada de fibras colágenas e não

ter fibras elásticas. Forma o primeiro esqueleto do

intensa atividade metabólica, responsáveis pela fabricação

embrião, que, posteriormente, é substituído por

da matriz cartilaginosa. Originam-se da diferenciação de

um esqueleto ósseo na maioria dos vertebrados.

células mesenquimatosas. No adulto, é encontrada no nariz, na laringe, nos anéis

da traqueia e dos brônquios, na extremidade ventral

Os condrócitos são células cartilaginosas adultas,

das costelas (cartilagens costais, que ligam as costelas

originárias dos condroblastos. São encontrados no interior de

ao osso esterno), nos discos epifisários dos ossos

lacunas, denominadas condroplastos, escavadas na matriz longos e nas articulações móveis entre ossos longos

cartilaginosa. Um condroplasto (lacuna) pode conter um ou (cartilagens articulares). mais de um condrócito.

Osso esterno

O tecido cartilaginoso é desprovido de vasos sanguíneos,

de vasos linfáticos e de nervos. Os nutrientes

necessários Costelas

à manutenção de suas células provêm, por difusão, dos

vasos sanguíneos existentes no pericôndrio (película de

Cartilagens

tecido conjuntivo denso não modelado que envolve a

costais

cartilagem). As substâncias se difundem lentamente do

pericôndrio para a matriz cartilaginosa, o que explica

o baixo metabolismo da cartilagem e a dificuldade dos

processos de regeneração desse tecido. Como também

Vértebra

não possuem nervos, as cartilagens não têm
sensibilidade. Disco intervertebral

Editora Bernoulli 21



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1
2
3
4

5

6

7

8

9

10

11

12

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22



1



1



1



1



1



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

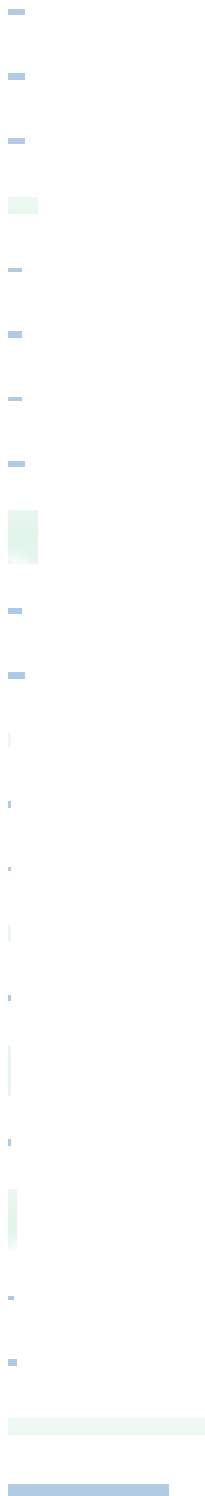
■

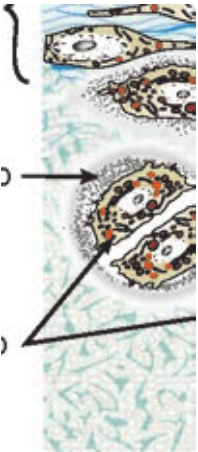
■

■

■

■







Frente B Módulo 03

- **Cartilagem elástica** – Além de fibras colágenas, o osso tornar-se-á flexível, mas manterá a mesma forma

também possui fibras elásticas entrelaçadas, o que que apresentava inicialmente. Por outro lado, se retirarmos

lhe confere maior elasticidade. É encontrada no do osso apenas o componente orgânico, representado

pavilhão auditivo (orelha) e na epiglote. principalmente pelo colágeno, deixando no mesmo a parte

mineral, o osso, reduzido apenas à estrutura inorgânica

calcária, tornar-se-á extremamente quebradiço. A retirada

Fossas nasais apenas do colágeno pode ser feita, por exemplo, através de fervura prolongada e posterior desidratação em forno.

Boca

Ar Faringe Osteoblasto Osteócito Osteoclasto
Epiglote Alimento

Esôfago

Laringe

• **Cartilagem fibrosa (fibrocartilagem)** – Sua matriz é

constituída quase que exclusivamente de fibras colágenas

dispostas em espessos feixes. É a cartilagem mais

resistente que existe no organismo, sendo encontrada nos *Células do tecido ósseo* – Os osteoblastos têm forma cúbica

discos intervertebrais e na sínfise púbica (união no plano e são as células ósseas jovens, originárias da diferenciação

mediana dos ossos do quadril). de células mesenquimatosas. Constroem o tecido ósseo, pois

produzem a matriz óssea orgânica. Por isso, são encontrados

Disco intervertebral nas zonas onde o tecido ósseo está em formação (tecido ósseo

primário). A matriz óssea, recém-formada, adjacente aos



Osso do osteoblastos ativos, e que não está ainda calcificada, recebe **Corpo da**



quadril vértebra o nome de osteoide. Após serem envolvidos pela matriz óssea



que eles próprios produzem, os osteoblastos transformam-se



em osteócitos. Os osteócitos são as células ósseas adultas,



originárias do desenvolvimento dos osteoblastos. Localizam-se



no interior de lacunas (cavidades), denominadas osteoplastos,



escavadas na própria matriz óssea. Os diversos osteoplastos se



Sínfise púbica comunicam uns com os outros por meio de canalículos. Esses

canalículos também permitem a comunicação dos osteócitos com

Além das funções de suporte e modelagem, os canais vasculares da matriz, permitindo, assim, a nutrição das

as cartilagens revestem as superfícies das articulações células ósseas. Os osteoclastos são células globosas, gigantes,

multinucleadas, originárias dos monócitos do sangue circulante.

e, por serem lisas e escorregadias, facilitam os

Após atravessar a parede dos capilares dos ossos, os monócitos

movimentos dos ossos.

fundem-se para formar os osteoclastos. Através da ação de

enzimas que produzem e liberam, os osteoclastos promovem

Tecido ósseo

a digestão da matriz óssea e, em seguida, reabsorvem a matriz digerida (reabsorção da matriz óssea). Essa ação dos

óssea, e por três tipos de células: osteoblastos, osteócitos do tecido ósseo. O tecido ósseo, principalmente nos jovens, está em renovação constante. Essa renovação é realizada e osteoclastos. É formado pela substância intercelular, denominada matriz osteoclastos é fundamental para o processo de renovação

através de uma fase de reabsorção, seguida de uma fase de

A matriz óssea possui uma parte orgânica (matriz óssea reconstrução. Os osteoclastos são responsáveis pela reabsorção,

e de uma parte mineral ou inorgânica (matriz óssea osteoclastos em uma determinada área de tecido ósseo indica que nessa área está havendo reabsorção da matriz óssea. inorgânica), formada, principalmente, por cristais de fosfato orgânica), constituída principalmente de fibras colágenas e os osteoblastos, pela reconstrução do tecido. A presença de

de cálcio (hidroxiapatita) que se depositam sobre as fibras muito ativos, participando de forma marcante no processo de Após uma fratura, por exemplo, os osteoclastos tornam-se

colágenas. *regeneração do tecido ósseo.*

Enquanto os minerais conferem dureza, o colágeno
O tecido ósseo pode ser classificado em primário e

dá flexibilidade e resistência ao tecido ósseo. Isso pode
secundário. ser comprovado através de experimentos
relativamente



simples. Por exemplo: experimente remover com
vinagre o • **Tecido ósseo primário (imaturo)** – É o
primeiro



fosfato de cálcio de um osso de galinha. O vinagre
contém tecido ósseo formado em um determinado
local.



cerca de 4% de ácido acético e, como o fosfato de
cálcio é Nele, as fibras colágenas formam feixes
dispostos



solúvel em soluções ácidas, o vinagre é um descalcificador. irregularmente e a matriz apresenta menor quantidade



Vá renovando o vinagre a cada dois dias, pois o processo é de minerais (pouco mineralizada). Gradativamente,



lento e sua duração vai depender do grau de mineralização o tecido ósseo primário vai sendo substituído pelo

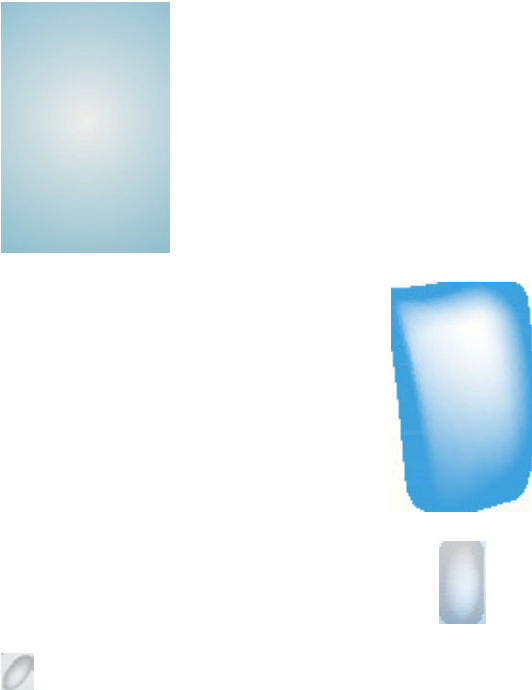


do osso. Observe que, quando todo o cálcio estiver removido, tecido ósseo secundário.



22 Coleção Estudo



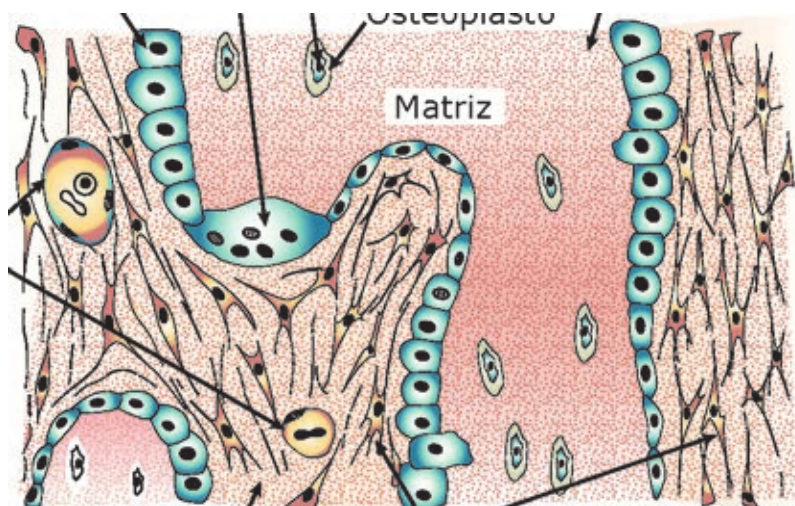


Histologia animal: tecidos conjuntivos de transporte e de sustentação

Tecido ósseo primário A B 2 1 3

Osteoblasto Osteoide 2 Osteócito 4
Osteoclasto

Osteoplasto 1



2

Matriz 3

Capilares *Detalhes de um sistema de Havers – A. Por inteiro. B. Parcial.*

1. Canal de Havers. 2. Osteoplasto (lacuna onde se aloja um osteócito). 3. Canaliculos por onde se dá a difusão de líquidos e gases respiratórios. Ao redor do canal de Havers, as lâminas calcárias se dispõem concentricamente, formando as lamelas ósseas. 4. Osteócito dentro de um osteoplasto.

Conjuntivo Fibroblasto

• **Tecido ósseo secundário (maduro, lamelar) –**

Os ossos

Sua principal característica é possuir osteoplastos

dispostos em camadas concêntricas em torno de canais, os canais centrais (canais de Havers). Cada O tecido ósseo é o tecido mais abundante em um osso. canal central contém vasos sanguíneos, nervos O osso é, portanto, um órgão. Em um osso, existem vários e tecido conjuntivo frouxo. Os canais centrais se tipos de tecidos: hematopoiético, cartilaginoso, adiposo, comunicam transversalmente uns com os outros, sanguíneo, nervoso, além do tecido ósseo que obviamente através dos canais perfurantes (canais de Volkmann), é o predominante. que também contém vasos sanguíneos e fibras nervosas. Cada canal central com as camadas O processo de formação dos ossos tem o nome de

concêntricas de osteoplastos que o circundam ossificação ou osteogênese e pode ser de dois tipos:

BIOLOGIA

recebe o nome de sistema de Havers ou ósteon. intramembranoso e endocondral. No tecido ósseo secundário (adulto ou maduro),

existem diversos sistemas de Havers ou osteônios. • **Ossificação intramembranosa ou conjuntiva –**

As cavidades dos canais de Havers e de Volkmann É feita a partir de uma membrana de tecido

são revestidas por uma camada de células achatadas, conjuntivo embrionário. O tecido ósseo começa a denominada endóstio.

se formar às custas de osteoblastos resultantes da diferenciação de células mesenquimatosas. Esses

Epífise

osteoblastos sintetizam grande quantidade de colágeno, organizando uma matriz descalcificada, chamada osteoide. Por calcificação da matriz, surgem zonas ou pontos de ossificação, e as células,

Diáfise

ai aprisionadas, constituem os osteócitos. Resultam, assim, lâminas ósseas irregulares que aos poucos crescem e se fundem.

Epífise

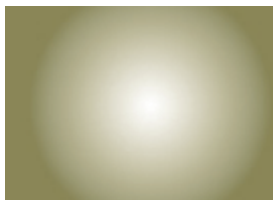
A parte da membrana conjuntiva que não sofre ossificação e que recobre agora o osso formado

Sistema de Havers

constitui o perióstio.

A ossificação intramembranosa é o processo formador

dos ossos chatos de nosso organismo, como os do crânio, e também contribui para o crescimento em



Periosteio espessura dos ossos longos.



Osteócitos Em nosso crânio, enquanto a ossificação



intramembranosa não se completa, nos pontos de



Canal de Havers sutura da caixa craniana, persistem as fontanelas



Canal de Volkmann (“moleiras”) menos rígidas.

Editora Bernoulli 23

Frente B Módulo 03

Fontanela **Plasma** **sanguíneo**

Constituído de cerca de 90% de água e de 10% de substâncias orgânicas diversas e íons minerais.

Osso As substâncias orgânicas estão representadas por proteínas, aminoácidos, lipídios, glicose, vitaminas e excretas nitrogenadas

Fontanela

(ureia, ácido úrico, etc.). Entre as proteínas, a mais abundante

é a albumina, que tem papel fundamental na manutenção

da pressão osmótica do sangue. Também existem proteínas

encontradas no plasma que atuam como enzimas; algumas

participam das reações da coagulação; outras atuam como

As conhecidas “moleiras” dos recém-nascidos correspondem ou anticorpos). Entre os íons minerais, predominam os *a r e g i ã o e s m e n o s r í g i d a s n a s q u a i s a o s s i f i c a ç ã o* de sódio, de cloro, de

potássio, de cálcio e de fosfato. **Crânio fetal, mostrando as fontanelas (“moleiras”)** – hormônios e existem, ainda, proteínas de defesa (imunoglobulinas

intramembranosa não se completou. Progressivamente, a

membrana dessas regiões vai sendo substituída por tecido

Elementos celulares

ósseo, desaparecendo, então, as “moleiras”. (elementos figurados)

• Ossificação endocondral ou intracartilaginosa

—

É feita a partir de um molde de cartilagem hialina, Estão representados pelos glóbulos vermelhos,

cuja morfologia é semelhante à do osso que vai se pelos glóbulos brancos e pelas plaquetas. formar, porém de tamanho menor. Nesse processo,

o tecido cartilaginoso vai sendo gradualmente
A) Glóbulos vermelhos (eritrócitos, hemácias) –

substituído pelo tecido ósseo. Não há transformação São produzidos na medula óssea vermelha e

de cartilagem em osso, e sim, substituição do tecido constituem as células sanguíneas mais numerosas.

cartilaginoso pelo tecido ósseo. No indivíduo adulto, são encontrados em média 4,5

a 5,5 milhões de hemácias/mm₃ de sangue. Esse

Através desse tipo de ossificação, forma-se a maioria número pode sofrer alterações em função de anemias

dos ossos de nosso corpo. Esse processo é responsável e da altitude. Existem situações em que a taxa de

pelo crescimento em comprimento dos ossos longos, hemácias diminui no sangue ou, então, o número de

contribuindo também para a formação dos ossos curtos. hemácias pode ser normal, mas cada uma delas pode

Tanto na ossificação intramembranosa como na conter pouca hemoglobina e, consequentemente, ser incapacitada de transportar convenientemente endocondral, o primeiro tecido formado é o primário, o O . Nessas situações, temos uma anemia que, pouco a pouco, vai sendo substituído pelo tecido₂ (hipoemia, hipoglobulia). ósseo secundário.

As anemias podem ter como causa: hemorragias
(perda

TECIDO CONJUNTIVO DE de sangue);
produção insuficiente de hemácias pela

medula óssea; produção de hemácias com
hemoglobina

TRANSPORTE insuficiente; destruição
acelerada das hemácias.

Também existem situações em que o número de

Tecido sanguíneo hemácias aumenta. É o
que acontece em regiões de grande altitude, onde a
disponibilidade de O_2

O tecido sanguíneo (sangue) é constituído de uma
ar atmosférico é baixa. Tal fenómeno é chamado
de

substância intercelular líquida, denominada plasma, e

de hiperglobulia compensatória ou policitemia. As baixas

elementos celulares (elementos figurados), representados tensões de O nas grandes altitudes estimulam a P_{50} pelas células sanguíneas (glóbulos vermelhos e glóbulos maior produção dessas células e a entrada de um

brancos) e por fragmentos de células denominados plaquetas. maior número delas na circulação. A deficiência de

oxigênio nos tecidos (hipoxia) aumenta, no sangue, o

2 teor do hormônio eritropoietina, liberado pelas células

dos rins. Esse hormônio estimula a medula óssea a

2 produzir maior número de eritrócitos. Na produção

de hemácias, são indispensáveis fatores nutricionais,

como a vitamina B , o ácido fólico e o ferro. ¹²

6 Uma vez lançada na circulação, uma hemácia vive em

5 1 4 média de 90 a 120 dias. Por serem continuamente

renovadas, tornam-se necessárias a remoção e a

3 o que é feito, principalmente, pelo baço e também consequente destruição das hemácias envelhecidas,

2 pelo fígado. As células de Kupffer do fígado têm

como função fagocitar hemácias velhas e liberar o

ferro contido nas moléculas de hemoglobina. Esse

Sangue – 1, 2 e 3 – Diferentes tipos de glóbulos brancos. processo de retirada e destruição das hemácias

4 – Plaquetas. 5 – Glóbulos vermelhos. 6 – Plasma. velhas da circulação tem o nome de hemocaterese.







































Histologia animal: tecidos conjuntivos
de transporte e de sustentação

As hemácias circulantes dos mamíferos são A função do glóbulos vermelhos é a de transportar os gases

anucleadas. Nos demais vertebrados, são respiratórios (O_2 e CO_2) em nosso organismo. ²²
nucleadas. Os eritrócitos se formam na medula

óssea vermelha, a partir de células chamadas •
Transporte de O_2 – É feito dos pulmões para os ²

eritroblastos. No curso de sua diferenciação, os tecidos através da corrente sanguínea e pode ser

eritroblastos dos mamíferos expõem o núcleo e assim resumido:

sintetizam grande quantidade de moléculas de Nos alvéolos pulmonares, o oxigênio presente no

hemoglobina, transformando-se nos reticulócitos. ar difunde-se para o interior da hemácia, formando

Os reticulócitos passam para a corrente sanguínea, com a hemoglobina moléculas de oxiemoglobina.

onde perdem as organelas citoplasmáticas

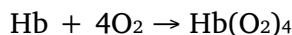
Cada molécula de hemoglobina combina-se com

(mitocôndrias, ribossomos, etc.),
transformando-

quatro moléculas de oxigênio. Isso se deve ao fato

se nos eritrócitos. Em virtude de não possuírem de cada molécula de hemoglobina possuir quatro núcleo e nem organelas, as hemácias não

radicais heme e cada um deles poder ligar-se a se reproduzem, não sintetizam proteínas, têm um metabolismo relativamente baixo e sua vida é curta.



Eritroblasto

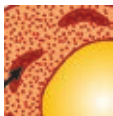
Núcleo Hb = Hemoglobina; $\text{Hb}(\text{O}_2)_4$ = Oxiemoglobina

Mitocôndrias Embora haja grande afinidade entre a hemoglobina e o oxigênio, a combinação entre ambos é fraca e instável.

Assim, a oxiemoglobina é um composto instável que, no nível dos capilares dos tecidos, se dissocia, liberando o oxigênio que, por difusão, vai para as



células dos tecidos.



Núcleo





Reticulócito



Formação das hemácias – A célula precursora da hemácia é Mitocôndrias O_2 eliminadas O_2 O_2 O_2



sangue, mas apenas na medula óssea vermelha. Durante sua Alvéolo O_2 O o eritroblasto, que, em condições normais, não é encontrado no

formação, o eritroblasto expelle o núcleo e fabrica hemoglobina, O_4 O_2 transformando-se no reticulócito, que amadurece e se pulmonar 2 O_2

Hb

transforma na hemácia. $Hb(O_2)$ 24 Tecido Hemácia

Capilares alveolares

$4O_2$

$Hb(O_2)$ 24

Hb

Hemácia de mamífero em corte transversal – As hemácias

dos mamíferos possuem uma forma de disco bicôncavo. **Transporte de O₂** – Hb = Molécula de hemoglobina; $Hb(O_2)_4$ = Esse formato aumenta a superfície da membrana plasmática, Oxiemoglobina. Na espécie humana, encontramos dois tipos

proporcionando uma maior troca de gases (O₂ e CO₂). Em de hemoglobina: a hemoglobina fetal (HbF) e a hemoglobina

algumas patologias a forma normal das hemácias é alterada. Na de adulto (HbA). A HbF tem maior afinidade pelo oxigênio

anemia falciforme, por exemplo, as hemácias, em baixa tensão que a HbA presente nas hemácias da mãe, e por isso há

de O₂, assumem a forma de “meia-lua” ou de “lâmina de foice”, permanente transferência do O₂ da circulação materna para a o que justifica o nome dessa anemia. circulação fetal.

Editora Bernoulli 25

Frente B Módulo 03

- **Transporte de CO** – Também é feito pela corrente sanguínea, porém no sentido inverso ao do O₂, ou seja, é

transportado dos tecidos, onde é produzido pela respiração celular, para os pulmões, a fim de que possa ser eliminado

do nosso organismo por meio da expiração.

O CO lançado pelos tecidos na corrente sanguínea é levado até os alvéolos pulmonares por três processos: 2

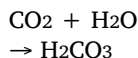
5% dissolvido no plasma sanguíneo, 25% transportado por proteínas do plasma e por hemoglobina das hemácias e

70% como íons bicarbonato, dissolvidos no plasma.



Hemácia

Plasma



CO CO O O 2 2

25%

Dissolvido 5% Proteínas H^+ +
Carboemoglobina plasmáticas no plasma

70%

HCO_3^- Íon bicarbonato

O transporte de CO pelo sangue ocorre de 2

maneira diferente daquela descrita para o
oxigênio. **Plasma Alvéolo pulmonar**

A solubilidade do CO no plasma é maior do que
 a_2

do O_2 . Assim, cerca de 5% do gás carbônico que CO_2 dissolvido se difunde dos tecidos para o sangue permanecem CO_2 no plasma CO_2 dissolvidos no plasma, sendo, dessa forma,

combinam com proteínas plasmáticas, formando Carboproteínatos CO_2 transportados para os pulmões. Cerca de 25% se

carboproteínatos, e com a hemoglobina, dentro das - HCO_3^- (no plasma) CO_2

hemácias, formando a carboemoglobina ($HbCO_2$).

Os carboproteínatos são transportados pelo próprio H_2O plasma e a carboemoglobina é transportada pelas

hemácias. A maior parte do CO_2 , cerca de 70%, CO_2 ao penetrar na corrente sanguínea no nível dos

tecidos, difunde-se para o interior das hemácias, $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ onde, sob a ação catalisadora da enzima anidrase $+ \text{H}_2\text{O} + \text{Hb} \rightarrow \text{Hb} + \text{H}^+$ carbônica, reage com a água, formando o ácido

carbônico ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$). O ácido carbônico, assim $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

HCO_3^- (íon bicarbonato). Os íons $\text{H}^+ + \text{HbCO} \rightarrow \text{Hb} + \text{CO}$ formado, imediatamente se dissocia em íons H^+ e

HCO_3^- permanecem HCO_3^-

no interior das hemácias ligados à hemoglobina, **Hemácia** enquanto os íons HCO_3^- difundem-se para o plasma, HCO_3^-

sendo transportados até os capilares sanguíneos

*AC =
Anidrase
carbônica

que circundam os alvéolos pulmonares. Nesses

capilares, os íons bicarbonato penetram em
OBSERVAÇÃO hemácias onde combinam-se
com os íons H^+ , liberados pela hemoglobina,
reconstituindo o ácido. Você não deve confundir
carboemoglobina

carbônico que, por ação da anidrase carbônica,
se (HbCO), que é a combinação da
hemoglobina₂

dissocia em H_2O e CO_2 . Por difusão, o CO_2 vai
para com o dióxido de carbono (gás carbônico),
com H_2O

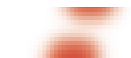
o interior dos alvéolos pulmonares, sendo
eliminado carboxiemoglobina (HbCO), que

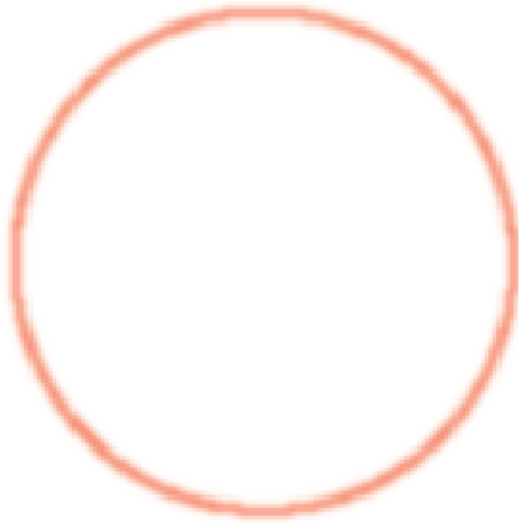
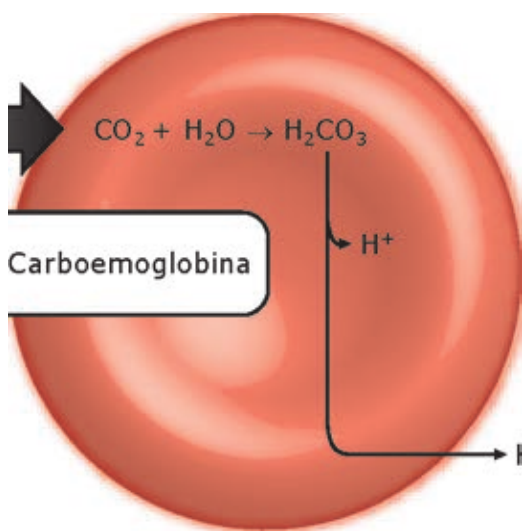
resulta da combinação

do organismo através da expiração. da hemoglobina com o monóxido de carbono (CO).

26 Coleção Estudo

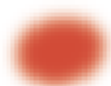
















1

2

3

4

5

6

7

8

9





1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

■

-

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

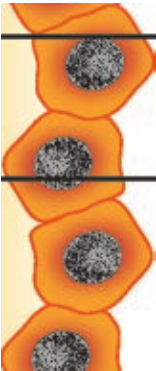
■

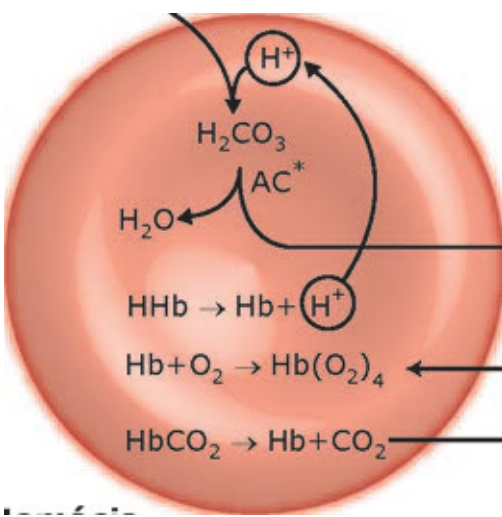
■

■

■

■





Histologia animal: tecidos conjuntivos de transporte e de sustentação

Enquanto a carboemoglobina é um composto **Granulócitos** instável, a carboxiemoglobina é estável. Uma vez

inspirado, o CO passa dos alvéolos pulmonares

para

a corrente sanguínea, penetrando nas hemácias e estabelecendo com a hemoglobina uma ligação



estável, a carboxiemoglobina, inutilizando a hemácia



Neutrófilo Eosinófilo Basófilo



para o transporte do oxigênio, pois o O não consegue₂



“deslocar” o CO que se acha ligado à hemoglobina. **Agranulócito**



A consequência, evidentemente, é a diminuição da



oxigenação dos tecidos. Dependendo da quantidade



de CO inspirado e da taxa de carboxiemoglobina



formada, pode-se ter a morte do organismo



por asfixia (falta de oxigenação adequada



Linfócitos Monócitos



dos tecidos).



B.1) Leucócitos granulócitos (granulosos,



B) Glóbulos brancos (leucócitos) – Formados na polimorfonucleares) – Possuem o citoplasma



medula óssea vermelha, são as maiores células repleto de granulações. Por muito tempo se



sanguíneas, sendo que alguns sofrem maturação supôs que tais granulações fossem constituídas



nos chamados órgãos linfoides (timo, baço). apenas de lisossomos especializados. Todavia,



Seu número ou taxa normal no indivíduo adulto está sabe-se hoje que algumas granulações têm

compreendido numa faixa de 5 000 a 10 000/mm³ composição química diferente dos lisossomos.



de sangue. Taxas um pouco superiores a 10 000/mm³ São de três tipos: neutrófilos, eosinófilos



caracterizam uma leucocitose, quadro clínico típico (acidófilos) e basófilos.



de infecção, que pode ser geral ou em algum local do

I) Neutrófilos – No adulto, são os leucócitos organismo. mais abundantes (cerca de 60% do total



A queda do número de leucócitos (abaixo de 5 000/mm³ de leucócitos) e, em geral, têm núcleo

BIOLOGIA



denomina-se leucopenia, o que compromete as
trilobulado (com três lóbulos). São muito



defesas naturais do organismo contra os agentes ativos
na fagocitose de elementos estranhos



invasores. A leucopenia pode ocorrer muitas vezes a o
o r g a n i s m o . E n g l o b a m e d i g e r e m



em consequência de intoxicações graves ou pelo uso
micro-organismos invasores. Muitas vezes,



indiscriminado de certos medicamentos. ao
fagocitarem bactérias, são destruídos por



toxinas produzidas por esses micro-organismos.



Os leucócitos têm uma vida média muito curta Os
neutrófilos mortos, em decomposição,



de somente alguns dias, sendo que, às vezes, são

denominados piócitos. O acúmulo desses



permanecem na corrente sanguínea apenas por restos de neutrófilos com bactérias e toxinas



algumas horas. Alguns são destruídos pela ação de caracteriza o pus. suas próprias enzimas; outros, que atravessam a



parede intestinal, os dutos salivares ou os túbulos



renais, são eliminados, respectivamente, com as



fezes, a saliva e a urina. Muitos, porém, ao atingirem Capilar sanguíneo o limite de sua capacidade vital, são destruídos pelos



mesmos órgãos que promovem a destruição das



hemácias envelhecidas.



Os leucócitos têm a capacidade de atravessar as



paredes dos vasos sanguíneos, penetrar em outros 2 tecidos e, assim, combater corpos estranhos ou



invasores que não estejam na corrente sanguínea.



3



Essa capacidade dos leucócitos de sair dos vasos



sanguíneos é denominada diapedese. 4



Os glóbulos brancos são células nucleadas e estão
Atividade leucocitária – 1. Neutrófilo realizando a diapedese;



divididos em dois grupos, conforme apresentem ou 2.

Neutrófilo diante de uma bactéria; 3. Neutrófilo fagocitando



não granulações em seu citoplasma. Assim, temos: *a*

bactéria; 4. Digestão intracelular da bactéria; 5. Neutrófilos



leucócitos granulócitos e leucócitos

agranulócitos. *mortos em meio a bactérias e toxinas (pus).*



Editora Bernoulli 27











Frente B Módulo 03

II) Eosinófilos – Constituem cerca de 3% do •
Linfócitos B – Receberam esse nome por

total de leucócitos. O núcleo é, em geral,
 terem sido descobertos na Bursa de
 Fabricius,

bilobulado e o citoplasma apresenta
 grânulos uma projeção saculiforme da

porção terminal

relativamente grandes. São menos ativos da cloaca de aves. Os mamíferos não possuem

na fagocitose do que os neutrófilos. Em essa estrutura. Neles, os linfócitos B se originam

doenças alérgicas ou provocadas por parasitas na medula óssea. Por movimentação ameboide,

intestinais, há um aumento do número dessas penetram nos capilares sanguíneos e são

células. levados pelo sangue para órgãos linfáticos,

III) onde proliferam quando ativados por antígenos **Basófilos** – São os menos numerosos (apenas

1% do total de leucócitos). Apresentam núcleo e se diferenciam em plasmócitos produtores de

volumoso e morfológicamente irregular. Suas anticorpos. granulações são maiores do que as dos demais

- **Linfócitos T** – Representam de 65-75% dos granulócitos. Os basófilos também fazem

linfócitos do sangue. Seus precursores originam-se fagocitose, embora não sejam muito ativos

nessa

na medula óssea, penetram no sangue,

função. Eles se destacam mais na produção de

são retidos no timo, onde proliferam e se diferenciam

heparina (substância anticoagulante) e de

em linfócitos T que, novamente carregados pelo

histamina (substância vasodilatadora, liberada

sangue, vão ocupar áreas definidas nos outros em processos alérgicos).

órgãos linfáticos. Há três tipos de linfócitos T:

B.2) Leucócitos agranulócitos (agranulosos, citotóxicos, auxiliares e supressores.

mononucleados) – Não possuem granulações no

citoplasma. São de dois tipos: monócitos e linfócitos. **Linfócitos T citotóxicos (CD)** – Reconhecem

e destroem células que possuem na membrana

I) Monócitos – Perfazem cerca de 6% dos

plasmática moléculas proteicas estranhas,

leucócitos. O núcleo dessas células tem a forma

como também os vírus que têm, em suas
que lembra um rim ou uma ferradura.

cápsulas proteicas, moléculas estranhas

Os monócitos podem sair do sangue e
alojar-se ao corpo do indivíduo. Esses
linfócitos são os

em outros tecidos, dando origem a
diferentes principais responsáveis pela
rejeição de órgãos

tipos de células, que têm em comum a
grande transplantados e, por isso, eram
conhecidos,

capacidade de fagocitose: no tecido
conjuntivo anteriormente, como células
rejeitadoras de

propriamente dito, os monócitos dão
origem aos enxertos. Agem diretamente
sobre células

macrófagos; no fígado, às células de
Kupffer; estranhas, pela produção de
proteínas chamadas

no tecido nervoso, às células micróglia.
perforinas, que abrem orifícios nas
membranas

Os monócitos e todas as células a que eles
dão plasmáticas, provocando a lise das
células.

origem formam o chamado sistema mononuclear **Linfócitos T auxiliares (T-helper, CD 4)** – fagocitário, também denominado por alguns de Reconhecem um antígeno (proteína estranha sistema reticuloendotelial. ao organismo) e estimulam os linfócitos B a

II) **Linfócitos** – Constituem aproximadamente se transformarem em plasmócitos, células

30% dos leucócitos. Apresentam um núcleo produtoras de anticorpos. São esses os linfócitos

volumoso e não possuem granulações atacados pelo vírus da Aids. Com isso, ficam

no citoplasma. Relacionam-se com a prejudicados o reconhecimento de antígenos e produção de anticorpos. Certos linfócitos a subsequente estimulação dos linfócitos B para

são capazes de atravessar as paredes dos a produção de anticorpos, tornando o indivíduo

vasos sanguíneos e penetrar no conjuntivo vulnerável a várias doenças. propriamente dito, onde transformam-se

em plasmócitos. Alguns podem também se **Linfócitos T supressores** – Inibem a produção

transformar num tipo especial de células, de anticorpos, quando estes já estão em

denominadas células rejeitadoras de enxertos, concentração adequada ou já não são mais

que podem invadir e destruir os órgãos necessários.

transplantados. Em conjunto, os linfócitos B e T são os principais

Existem duas classes principais de linfócitos: responsáveis pela **imunidade (imunização)**,

linfócitos B e linfócitos T. isto é, pela capacidade que tem o nosso organismo de

28 Coleção Estudo

Histologia animal: tecidos conjuntivos de transporte e de sustentação

se defender e tornar-se resistente (imune) às doenças

Durante a resposta imunitária, todos os tipos de

infecciosas, graças à produção de imunoglobulinas linfócitos multiplicam-se. Há dois mecanismos que

(anticorpos). A imunidade mediada pelos atuam em sequência para estimular a multiplicação

dos linfócitos: a) o reconhecimento das substâncias
linfócitos B é chamada de imunidade humoral,
estranhas (antígenos) ao corpo; b) a estimulação
enquanto a mediada pelos linfócitos T é a imunidade
dos linfócitos que realizam esse reconhecimento por
celular. O termo “humoral” provém do latim *humor*,
proteínas especiais, as interleucinas, produzidas por
que significa, originalmente, “fluido ou líquido
macrófagos e por linfócitos T auxiliares.
corporal”. Imunidade humoral é aquela
mediada

Uma vez que um linfócito aprendeu a reconhecer
por anticorpos. A imunidade celular é mediada por o
“inimigo”, as interleucinas fazem com que ele
células. Na imunidade celular, atuam os linfócitos T se
multiplique por mitose. Assim, todas as células
citotóxicos, que possuem, na membrana plasmática,
oriundas de um linfócito que reconheceu determinado
proteínas que reconhecem e se ligam a células
antígeno têm a capacidade de reconhecê-lo.

anormais ou infectadas por vírus, lançando sobre Os
linfócitos continuam a se multiplicar enquanto
elas uma substância chamada perforina, que destrói
houver antígenos capazes de ativá-los. À medida que
a membrana plasmática. os antígenos são destruídos e
vão desaparecendo,

o número de linfócitos especializados em combatê-los

Conforme os anticorpos sejam produzidos em nosso vai diminuindo. próprio organismo ou não, a imunidade pode ser ativa

Mesmo após uma infecção ter sido debelada, resta no ou passiva. O quadro a seguir mostra esses tipos de organismo certa quantidade de linfócitos especiais, imunidade: as células de memória, que guardam durante

anos, em geral, pelo resto da vida do organismo,

Imunidade a capacidade de reconhecer agentes infecciosos

com os quais o organismo esteve em contato.

Ativa Em caso de novo ataque, as células de memória Natural

Artificial são imediatamente ativadas e estimuladas a se

Natural reproduzir. Surge, então, em curto intervalo de tempo,

Passiva um exército de células defensoras específicas.

Artificial **BIOLOGIA**

• **Imunidade ativa natural** – Os antígenos penetram

A imunidade é ativa quando o nosso próprio organismo naturalmente em nosso organismo, através

de

reconhece o antígeno e passa a produzir anticorpos diferentes vias (respiratórias, digestivas, urinárias,

etc.), são reconhecidos como “estranhos” e, específicos contra ele. Esse tipo de imunidade é de

em seguida, passamos a produzir anticorpos longa duração, pois desenvolve a chamada memória específicos contra eles. Esse tipo de imunidade

imunológica (memória imunitária). aparece, por exemplo, após o indivíduo ter,

pela primeira vez, determinadas doenças infecciosas

(sarampo, rubéola, caxumba, etc.). Geralmente,

essas doenças só acometem o organismo uma única

vez. Após ter essas doenças pela primeira vez, o

nosso organismo torna-se resistente (imune) aos

seus agentes causadores.

• **Imunidade ativa artificial** – Os antígenos são forçados a penetrar em nosso organismo, ação de

uma vez que são introduzidos através da aplicação

de

vacinas

As vacinas são medicamentos preventivos

Concentr anticorpos no plasma

(profiláticos), contendo os próprios antígenos ou

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 agentes infecciosos
mortos (ou atenuados) que são

Tempo (semanas) introduzidos em nosso organismo,
estimulando-o a

produzir anticorpos.

1ª aplicação 2ª aplicação no organismo vacinado,
uma resposta imune do antígeno Os antígenos
presentes na vacina desencadeiam,

do antígeno primária, em que há produção de células
de memória.

Resposta imunitária – Ao receber um antígeno, o organismo, Após
algum tempo, caso o organismo seja invadido pelos

após alguns dias, passa a liberar no plasma sanguíneo uma taxa micro-
organismos contra os quais foi imunizado, a

do anticorpo específico. Essa é a chamada resposta imunitária resposta
à infecção (resposta secundária) será rápida

primária. Uma segunda exposição ao mesmo antígeno eleva e os
micro-organismos invasores serão prontamente

mais rapidamente a taxa do mesmo anticorpo no sangue. destruídos
antes mesmo de aparecerem sintomas da

É a resposta imunitária secundária. doença.

Frente B Módulo 03

Quando recebemos anticorpos já prontos, elaborados A coagulação sanguínea é uma série de reações

por um outro organismo, a imunidade é passiva, químicas que tem por finalidade produzir uma

é de curta duração e não desenvolve a memória emaranhada rede de uma proteína especial chamada

imunológica. fibrina. Essa série de reações é desencadeada

nos locais de ruptura dos vasos sanguíneos,

• **Imunidade passiva natural** – Os anticorpos são onde imediatamente se aglomeram as plaquetas.

recebidos do organismo materno na vida intrauterina, O mecanismo da coagulação sanguínea pode ser

através da placenta, e após o nascimento, através da resumido da seguinte maneira: amamentação. Esses anticorpos recebidos da mãe,

embora sejam de curta duração, protegem a

criança

durante os seus primeiros meses de vida contra uma

série de infecções.

- **Imunidade passiva artificial** – Os anticorpos são

recebidos através da aplicação de soros terapêuticos,

que são medicamentos curativos, contendo altas

concentrações de anticorpos contra determinado

agente infeccioso.

O soro é preparado da seguinte maneira: injetam-se

em um animal de grande porte, em geral cavalo, doses *Coagulação sanguínea* – Quando há lesão de um vaso

sanguíneo, as plaquetas aderem às fibras colágenas das paredes

sucessivas e crescentes de um antígeno contra o qual

do vaso lesado e, juntamente com os tecidos danificados, liberam

se deseja obter anticorpos. A pequena quantidade de

uma enzima denominada tromboplastina ou tromboquinase.

antígenos inicialmente injetada não chega a

prejudicar

Na região liberada, a tromboplastina inativa a heparina e,

o animal, mas é suficiente para estimular seu sistema juntamente com íons Ca^{++} , catalisa a transformação da imunitário a produzir anticorpos específicos contra protrombina em trombina. A protrombina é uma das proteínas do

o antígeno. À medida que doses progressivamente plasma sanguíneo. É produzida pelo fígado e lançada na corrente

maiores do antígeno são injetadas no animal, sanguínea. É uma proteína inativa e sua produção no fígado é

acentua-se a resposta imunitária e o animal produz catalisada pela vitamina K. A trombina (proteína ativa), uma

quantidades cada vez maiores de anticorpos específicos. vez formada, converte o fibrinogênio em fibrina. O fibrinogênio

Após certo tempo, o animal fica imunizado, contendo (proteína inativa) também é produzido no fígado e lançado na

em seu sangue grande quantidade de anticorpos corrente sanguínea, onde passa a fazer parte do plasma. A fibrina

contra o tipo de antígeno injetado. Retiram-se, então, é uma proteína insolúvel, fibrosa, cujos filamentos entrelaçados

amostras de sangue do animal, de onde se extraem formam uma rede de malhas muito finas, a rede de fibrina.

os anticorpos, com os quais se prepara o soro.

Ao ser Os elementos figurados do sangue ficam, então, aprisionados

injetado no paciente, os anticorpos do soro reconhecem *nas malhas dessa rede, e o acúmulo deles forma o coágulo,*

o antígeno que está desencadeando a doença, *estancando a hemorragia. inativando-o prontamente.*



O volume normal de sangue no homem é de

A aplicação de soro é eficaz em casos de emergência, 70 a 100 mL por quilo, o que corresponde

mas não confere imunidade permanente, pois aproximadamente a 1/11 da massa corporal.

a memória imunológica não é estimulada e os Assim, uma pessoa com cerca de 70 kg possui

anticorpos injetados desaparecem da circulação em de 5 a 6 litros de sangue. poucos dias.

C) Plaquetas (trombócitos) – São fragmentos
Tecido linfático

celulares sem núcleo, liberados por projeções citoplasmáticas de megacariócitos (um dos tipos de

O tecido linfático (linfa), assim como o sanguíneo, célula da medula óssea vermelha), que penetram

é formado por uma parte líquida, o plasma linfático, nos capilares da medula. Seu número normal está

compreendido numa faixa de 200 000 a 400 000/mm

3 e por elementos figurados, constituídos de células.

de sangue. O aumento desse número é a trombocitose • **Plasma linfático** – É semelhante ao plasma e a diminuição, a trombocitopenia. São menores do sanguíneo, sendo porém mais diluído em virtude de

que as hemácias e possuem microvesículas contendo apresentar uma menor concentração de proteínas.

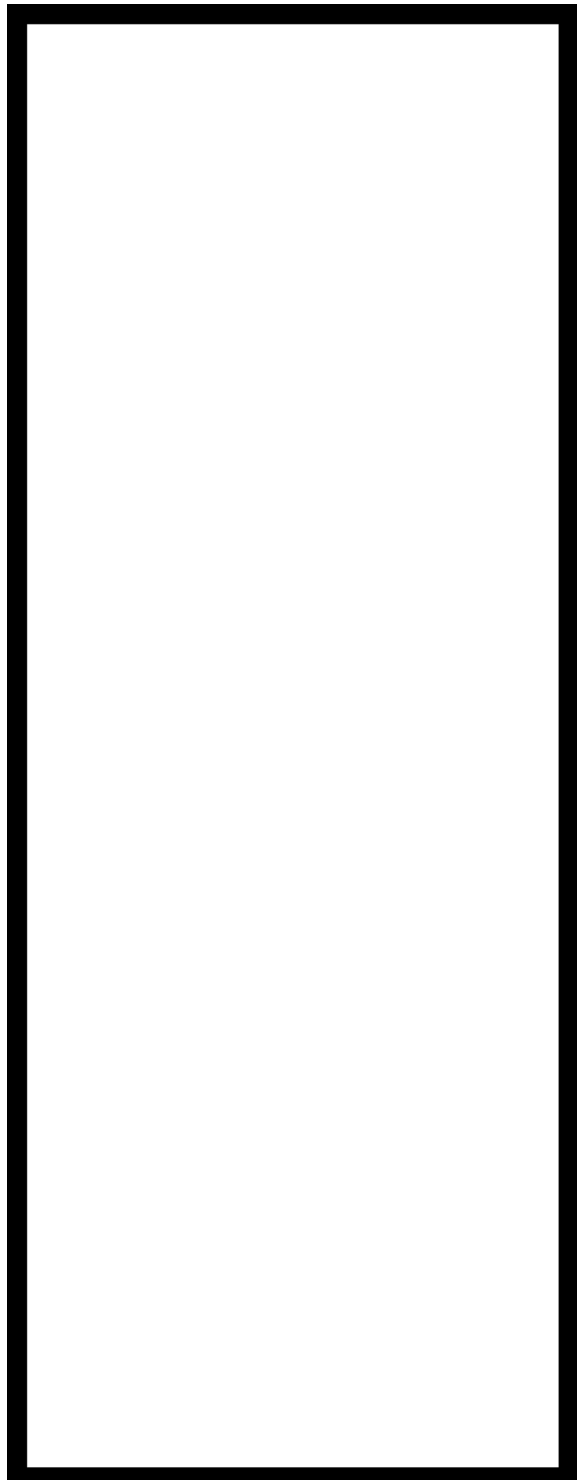
tromboplastina (tromboquinase), enzima que tem • **Elementos figurados da linfa** – Estão representados importante papel no mecanismo da coagulação basicamente por linfócitos (95%) e alguns leucócitos

sanguínea. Duram em média de 3 a 6 dias e sua granulócitos. Hemácias, monócitos e plaquetas

função é dar início ao mecanismo da coagulação. normalmente não ocorrem na linfa.

30 Coleção Estudo

Histologia animal: tecidos conjuntivos de transporte e de sustentação



LEITURA COMPLEMENTAR Havendo

suspeita de uma fratura óssea, até que o acidentado chegue a um hospital ou pronto-socorro, **Fraturas ósseas** a primeira providência é imobilizar a parte afetada. Além de

As fraturas ósseas podem ser de dois tipos: fechada e impedir o desalinhamento dos ossos, a imobilização também

exposta. Fechada quando há rompimento ósseo e a pele reduz a dor e o inchaço. Não tente colocar o osso no lugar.

permanece íntegra; exposta, se ocorrer ruptura da pele. Nas

Caso seja possível, aplique bolsa de gelo no local. O gelo atua duas situações, ocorrem: hemorragia local, pela lesão dos vasos sanguíneos do osso, destruição da matriz e morte de células como anti-inflamatório, ajudando a reduzir o inchaço e a dor.

ósseas junto ao local fraturado. Entretanto, é bom lembrar que, quando aplicado por muito tempo,

o gelo pode danificar os tecidos e também causar dor. Assim,

Quando fraturados, os ossos apresentam alta capacidade

de regeneração graças às células do perióstio e do endóstio. quando o local ficar muito gelado e dolorido, retire o gelo por

Primeiramente, o coágulo sanguíneo e os restos celulares alguns minutos.

e da matriz são removidos pelos macrófagos. Em seguida,

células do perióstio e do endóstio, próximos à área fraturada, A ilustração a seguir mostra como se pode improvisar uma

respondem com uma intensa proliferação, formando um

imobilização.

colar (anel) conjuntivo em torno da fratura e também

penetrando no espaço compreendido entre as extremidades

rompidas do osso. Nesse local, também há formação de pequenos fragmentos de cartilagem hialina. A partir desses fragmentos de cartilagem hialina e do anel conjuntivo, ocorre o processo de ossificação, formando inicialmente um tecido ósseo primário que constitui o chamado calo ósseo. Esse calo ósseo une as extremidades do osso fraturado. Pouco a pouco, o tecido primário do calo ósseo vai sendo remodelado e substituído por tecido ósseo secundário (lamelar), até que a

Imobilização da mão



estrutura do osso seja totalmente refeita.

Proliferação do periósteo

Periósteo **BIOLOGIA**

Osso



Cartilagem hialina

Imobilização do braço

Tecido ósseo primário neoformado



Tecido ósseo secundário neoformado



Imobilização da coxa

Imobilização – *Faça uma tala usando um pedaço de madeira ou metal, papelão, revista ou jornal enrolado, etc. e, com*

Fratura consolidada

cuidado para não apertar demais, amarre-a com ataduras de pano, que podem inclusive ser feitas com pedaços de roupas rasgadas.

Editora Bernoulli **31**

Frente B Módulo 03

Nos casos de suspeita de lesão da coluna vertebral, nunca

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

remova a vítima antes de imobilizá-la. A

movimentação das **01.** (PUC Minas) O termo condroplasto designa

vértebras pode danificar a medula nervosa, causando lesões

A) células definitivas da cartilagem.

ainda mais graves, como a paralisia irreversível dos membros

B) células formadoras da cartilagem.

e do tronco. Nesses casos, o melhor procedimento é procurar

C) fibras elásticas da cartilagem.

acalmar e conversar com a vítima até a chegada do SAMU ou dos

D) lacunas do tecido cartilaginoso.

bombeiros. Na impossibilidade desse tipo de socorro, você pode

E) substância intersticial da cartilagem.

improvisar, como mostra a ilustração a seguir, uma imobilização

para transportar o acidentado até o hospital mais

próximo. **02.** (FUVEST-SP) Além da sustentação do corpo, são funções

dos
ossos



A) armazenar cálcio e fósforo; produzir hemácias e

leucócitos.

B) armazenar cálcio e fósforo; produzir glicogênio.



C) armazenar glicogênio; produzir hemácias e leucócitos.

D) armazenar vitaminas; produzir hemácias e leucócitos.

E) armazenar vitaminas; produzir proteínas do plasma.

03. (UFMG) Analise as seguintes proposições:

I. Célula relacionada com a defesa do organismo mais pela produção de anticorpos do que pela fagocitose.

II. Proteína capaz de combinar-se com o oxigênio e transportá-lo a todas as células do corpo.



III. Elemento figurado do sangue, envolvido com o



processo de coagulação.



Assinale a alternativa em que os componentes do sangue humano correspondem aos itens anteriores.

I II III

- A) Linfócito hemoglobina plaqueta
- B) Neutrófilo hemácia plasma
- C) Linfócito hemácia plasma
- D) Neutrófilo hemoglobina plaqueta



E) Eosinófilo hemoglobina soro



04. (UFOP-MG) Os glóbulos brancos podem atravessar os vasos



sanguíneos, onde circulam, e ir aos tecidos combater as



infecções. Esse processo de saída é denominado



Imobilização da coluna – Com um material de superfície



A) diapedese. D) osmose.

lisa e dura (uma porta ou uma chapa metálica, por exemplo),

B) difusão. E) pinocitose.

improvisar uma maca, colocando-a no chão, ao lado da vítima.

Pelo menos 2 ou 3 socorristas devem se ajoelhar ao lado da C) fagocitose.

pessoa acidentada e, com cuidado, passar os braços

05. (PUC Minas) Tendo em vista o processo imunológico,

as mãos estendidas sob seu corpo, apoiando a cabeça, os

a correlação está **FALSA** em:

ombros, as costas, as nádegas, as coxas e as pernas da vítima.

A) Imunidade causada por doença — Ativa natural.

Em seguida, todos os socorristas, ao mesmo tempo, devem

B) Imunidade causada por soro terapêutico — Passiva

erguer a vítima (com o corpo alinhado) a uma altura suficiente

artifici

apenas para transferi-la para a maca com o máximo cuidado. C)

Imunidade causada por soro antiofídico — Ativa

O corpo deve ser preso à maca com tiras de pano, artificial.

na altura da testa, dos ombros, da bacia e das pernas, para D)

Imunidade causada pelo organismo materno —

restringir os movimentos durante o transporte para o hospital. Passiva natural.

E) Imunidade causada por vacina — Ativa artificial.

32 Coleção Estudo

Histologia animal: tecidos conjuntivos de transporte e de sustentação

EXERCÍCIOS PROPOSTOS 04. (UFMG) O

esquema representa um fragmento de tecido muito característico por sua consistência e constituição química. 01. (FCMMG)

A remodelagem dos ossos

Apesar de o osso ser um órgão duro e resistente, ele é

capaz de remodelar sua estrutura interna em resposta a

modificações nas forças a que está submetido.

O uso de aparelhos ortodônticos é um exemplo de remodelação dos ossos, neste caso, da arcada dentária [...]

Os aparelhos ortodônticos exercem forças diferentes daquelas a que os dentes estão naturalmente submetidos, permitindo, assim, que os dentes se movam e ocupem uma posição desejada. Para que isso ocorra, é necessário,

EXCETO

Com relação ao tecido representado, todas as afirmativas

A) ação de osteoclastos e osteoblastos. estão corretas, **EXCETO**

B) reabsorção óssea nos pontos em que há maior pressão A) Esse tecido, nos cordados vertebrados, tem origem

exercida pelo aparelho. endodérmica.

C) reabsorção óssea para formação de cartilagem que B) Íons como Ca^{++} são armazenados nesse tecido.

se transformará em osso. C) A vitamina D atua essencialmente nesse tecido.

D) deposição de matriz óssea nos pontos de menor D) A hematopoiese ocorre dentro de cavidades

pressão exercida pelo aparelho. delimitadas por esse tecido.

E) O tecido participa do sistema de sustentação em

02. (UFRGS) Deixando-se um osso de galinha imerso numa vertebrados. **BIOLOGIA**

solução fraca de ácido clorídrico, depois de três dias, ao

retirá-lo, constata-se que ele **05.** (FCMMG) Um radiologista constatou, em seus exames

por raios X, que havia uma fratura na tíbia de um garoto

A) adquire maior consistência, porque o ácido clorídrico

de oito anos. Com a visão da radiografia e o estudo

reage com o cálcio do osso, formando cloreto de

radiológico, o ortopedista imobilizou o membro inferior

cálcio, que se solidifica.

do paciente com uma bota de gesso e a retirou após

B) permanece totalmente escuro pela deposição de uma 30 dias.
Novo estudo radiológico constatou que não havia

camada de cloreto de cálcio. mais sinais da fratura, estando o osso
íntegro e normal.

C) se reveste de uma membrana fibrosa de osseína. Os profissionais
assim agiram por entender que o tecido

ósseo, mesmo sendo mineralizado, é capaz de

D) se torna flexível, porque o HCl destrói os sais de cálcio.

A) fabricar uma cola proteica e unir os segmentos ósseos.

E) se destrói completamente, corroído pelo ácido.

B) produzir um cimento rico em cálcio e soldar os

03. fragmentos do osso fraturado. (PUC-SP) As trocas nutritivas entre
o sangue e os

osteócitos se processam C) sintetizar fibras reticulares e elásticas e
amarrar

definitivamente os segmentos distanciados pela fratura.

A) através da imensa rede de canálculos que ligam os

D) produzir novas células, a partir de outras

osteoplastos aos canais de Havers e de Volkmann.

pré-existentes, e regenerar as partes lesadas.

B) através da vasta massa de substância intersticial rica

em colágeno e sais de cálcio. **06.** (UFMG) O transporte de CO no sangue dos vertebrados

C) através dos vasos capilares que chegam ao interior é feito, principalmente, sob a forma de

dos osteoplastos. A) carboemoglobina.

D) à custa dos movimentos ameboides dos macrófagos B) carboxiemoglobina.

que intermedeiam essas trocas. - C) íons HCO_3^- , pela ação da anidrase carbônica.

3

E) por difusão direta e pelo transporte ativo através do D) oxiemoglobina.

periósteo que envolve o osso. E) moléculas dissolvidas no plasma.

Editora Bernoulli **33**

Frente B Módulo 03

07. (UFMG) Tendo em vista propriedades dos leucócitos, **10.** (PUC Minas) O mecanismo da coagulação depende

que alternativa indica os fenômenos representados fundamentalmente de quatro substâncias: fibrinogênio,

respectivamente nos desenhos (1) e (2)? protrombina, cálcio e tromboplastina. Quando ocorre

Hemácias uma hemorragia, desencadeia-se uma série de eventos

1 na seguinte ordem:

Plasma tromboplastina A) Fibrinogênio trombina

protrombina trombina + Ca^{++} fibrina

Parede do capilar

Leucócitos ++ B) Trombina tromboplastina + Ca
fibrinogênio

2 Ca^{++} + vitamina K fibrinogênio fibrina

++

C) Protrombina tromboplastina + Ca trombina

trombina

fibrinogênio fibrina

A) Fagocitose e difusão D) Diapedese e fagocitose protrombina D)
Tromboplastina trombina B) Difusão e pinocitose E) Diapedese e
difusão trombina fibrinogênio fibrina C) Pinocitose e fagocitose

E) Fibrina tromboplastina + Ca^{++} fibrinogênio

08. (UFJF-MG) Ocorrendo infecção, o organismo reage



aumentando a quantidade de fibrinogênio protrombina trombina



A) hemácias. D) plasma.

B) 11. (UFMG) Em relação aos soros ou às vacinas, pode-se leucócitos. E) oxigênio.

afirmar
que

C) plaquetas.

A) os soros são usados em casos de urgência, porque
contêm antígenos atenuados.

09. (UFMG) Este quadro refere-se ao número de células

sanguíneas, expresso em células/mm de sangue, 3 B) as vacinas
protegem os indivíduos contra

micro-organismos, estimulando a produção de
encontradas nos exames de sangue de um indivíduo

antígenos

normal e de um indivíduo doente.

C) o uso frequente de vacinas faz com que as bactérias

Células sanguíneas Indivíduo Indivíduo produzam anticorpos,
tornando-se resistentes a seu

normal doente efeito.

Hemácias 4 500 000 4 800 000 D) os soros são proteínas obtidas a partir dos agentes

patogê

Plaquetas 250 000 100 000 E) as vacinas induzem a formação de anticorpos

específicos a cada tipo de antígeno.

Totais 8 000 15 000

Neutrófilos (%) **12.** (UFOP-MG) Os habitantes de regiões de grandes altitudes 4 800 (60%) 12 000 (80%)

possuem maior número de eritrócitos do que aqueles

Basófilos (%) 80 (1%) 150 (1%) que vivem no nível do mar. Assinale a alternativa que

Leucócitos **MELHOR** explica esse fenômeno.

Eosinófilos (%) 240 (3%) 1 050 (7%)

A) A falta de plantas que realizem fotossíntese nas grandes altitudes.

Linfócitos (%) 2 320 (29%) 1 500 (10%)

B) Aumento da atividade da medula óssea em virtude

Monócitos (%) 560 (7%) 300 (2%) das altas temperaturas.

C) O uso de alimentos que estimulam a produção de

Entre as possíveis alterações apresentadas pelo indivíduo eritrócitos.

doente, **NÃO** se inclui D) A proximidade com a camada de ozônio, o que

A) alergia. C) distúrbios de coagulação. acarreta maior concentração deste no ar.

B) anemia. D) infecção. E) O baixo teor de oxigênio no ar.

34 Coleção Estudo

Histologia animal: tecidos conjuntivos de transporte e de sustentação

13. (PUC Rio–2011) Algumas doenças são consideradas como

SEÇÃO ENEM

autoimunes porque as pessoas que as possuem

A) não são capazes de produzir anticorpos. **01.** (Enem–2001) O hemograma é um exame laboratorial

que informa o número de hemácias, glóbulos brancos e

B) produzem anticorpos contra medicamentos.

plaquetas presentes no sangue. A tabela apresenta os

C) produzem poucos glóbulos brancos e vermelhos. valores considerados normais para adultos.

D) produzem anticorpos contra as próprias partes de seu

corpo. **Valores normais para adultos**

E) não podem receber transfusão sanguínea de nenhum Hemácias: 4,5 a 5,9 milhões/mm³

doador. ³ Glóbulos brancos: 5 a 10 mil/mm

14. Plaquetas: 200 a 400 mil/mm³ (UFJF-MG) Em uma aula prática de Biologia, algumas

lâminas numeradas perderam suas identificações.

Os gráficos a seguir mostram os resultados do hemograma

Essas identificações continham desenhos esquemáticos

de 5 estudantes adultos. Todos os resultados são

mostrando aspectos histológicos característicos de alguns e expressos em número de elementos por mm³ de sangue.

tecidos. Os desenhos que acompanhavam as lâminas

estão representados a seguir. Baseando-se neles, forneça

as informações pedidas: 450 s 13

1 s) 11) 3 anco 3 300 300

3 6 250

Plaqueta 5,5 (mil/mm³) (mil/mm³)

Glóbulos br 3,5

80

Abe

BIC

Jose

Abe

Jose

Luís

Ro Ro

7

3) 5,9 5,5 5

3,2

Hemácias (mil/mm

2

A) **IDENTIFIQUE** as estruturas 1, 2 e 3.

B) A qual tecido pertencem as estruturas 1, 2 e 3? Abel José Luísa Maria

C) Qual a função da estrutura indicada por 1? obertoR

15. (UFRJ) Além do uso de anabólicos e de outros produtos, Podem estar ocorrendo deficiência no sistema de

existe uma forma “natural”, adotada por alguns defesa do organismo, prejuízo no transporte de gases

atletas, para melhorar o desempenho. Esse processo respiratórios e alterações no processo de coagulação

é chamado *dopping* de sangue e consiste no seguinte: sanguínea, respectivamente, com os estudantes

aproximadamente uma ou duas semanas antes da A) Maria, José e Roberto.

competição, certa quantidade do sangue do atleta

B) Roberto, José e Abel.

é retirada e armazenada. À época da competição,

C) Maria, Luísa e Roberto.

através de uma transfusão, ele recebe seu sangue de

volta. **EXPLIQUE** como esse procedimento favorece o D) Roberto, Maria e Luísa.

desempenho do atleta. E) Luísa, Roberto e Abel.

Editora Bernoulli 35

Frente B Módulo 03

02. (Enem–1999) A variação da quantidade de anticorpos **03.**

(Enem–2010) A vacina, o soro e os antibióticos submetem

específicos foi medida por meio de uma experiência os organismos a processos biológicos diferentes. Pessoas

controlada, em duas crianças, durante um certo período que viajam para regiões em que ocorrem altas incidências

de tempo. Para a imunização de cada uma das crianças, de febre amarela, de picadas de cobras peçonhentas e

foram utilizados dois procedimentos diferentes: de leptospirose e querem evitar ou tratar problemas de

saúde relacionados a essas ocorrências devem seguir

Criança I: aplicação de soro imune determinadas orientações.

Ao procurar um posto de saúde, um viajante deveria ser

Criança II: vacinação orientado por um médico a tomar preventivamente ou

como medida de tratamento

O gráfico que melhor representa as taxas de variação da A) antibiótico contra o vírus da febre amarela, soro

antiofídico caso seja picado por uma cobra e vacina

quantidade de anticorpos nas crianças I e II é

contra a leptospirose.

B) vacina contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico

A) caso seja picado por uma cobra e antibiótico caso

entre em contato com a *Leptospira sp.*

I C) soro contra o vírus da febre amarela, antibiótico

II caso seja picado por uma cobra e soro contra toxinas

bacteri

Anticorpos D) antibiótico ou soro, tanto contra o vírus da febre Tempo

amarela como para veneno de cobras, e vacina contra

a leptosp

E) soro antiofídico e antibiótico contra a *Leptospira sp* e

B) vacina contra a febre amarela caso entre em contato

com o vírus causador da doença.

I

II GABARITO

Anticorpos

Tempo

Fixação

01. D 03. A 05. C

C) 02. A 04. A

I Propostos

II 01. C 06. C 11. E

Anticorpos 02. D 07. D 12. E Tempo 03. A 08. B 13. D

04. A 09. B

05. D 10. C

D) 14. A) 1: Sistema de Havers ou ósteon; 2: Canal de

Havers ou canal central; 3: Osteócitos.

I B) Tecido ósseo. II C) O sistema de Havers permite que os nutrientes

e o oxigênio sejam transportados até os

Anticorpos osteócitos por meio dos canais que são Tempo

percorridos por nervos e por vasos sanguíneos.

15. Esse procedimento aumenta provisoriamente o número de hemácias do sangue, o que permite

E) maior eficiência no transporte de oxigênio. Assim, os músculos recebem mais oxigênio, melhorando a

atividade muscular do atleta.

I Seção Enem

II

Anticorpos 01. A 02. B 03. B

Tempo

36 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO** **FRENTE Histologia animal: 04 B** **tecido muscular**

O tecido muscular é formado por células alongadas, **CLASSIFICAÇÃO**

fusiformes (com extremidades afiladas) ou cilíndricas, denominadas miócitos ou fibras musculares, altamente O tecido muscular apresenta as seguintes variedades:

especializadas em realizar contração, proporcionando, assim, • Estriado esquelético

os movimentos corporais.

- Estriado cardíaco

- Não estriado (liso)

Célula muscular

Estrias transversais

ou Núcleo Estrias transversais **Miócito** =

Núcleo

Disco

Fibra muscular intercalar

Núcleo

As células musculares são tão diferenciadas e têm
A B C

características tão peculiares que alguns de seus
componentes receberam nomes especiais. A
membrana **A**. *Tecido muscular não estriado (liso)*; **B**. *Tecido muscular*
plasmática pode ser chamada de sarcolema; o
citoplasma *estriado esquelético*; **C**. *Tecido muscular estriado cardíaco*

(com exceção das miofibrilas), de sarcoplasma;

Tecido muscular estriado

o retículo endoplasmático, de retículo
sarcoplasmático; **esquelético** e os mitocôndrios,
de sarcossomos.

A célula muscular tem em seu citoplasma
filamentos Formado por células cilíndricas muito
longas (podem

proteicos, denominados miofibrilas, constituídos chegar a 30 cm de comprimento, embora o diâmetro seja

principalmente de duas variedades de proteínas contráteis: microscópico), multinucleadas (polinucleadas), com núcleos

actina e miosina. Entre as miofibrilas de actina e de miosina, periféricos.

encontram-se o retículo endoplasmático e as mitocôndrias.

A fibra muscular estriada esquelética surge da reunião

Resumidamente, a contração muscular é resultado do

de várias células mononucleares durante a formação deslizamento dos filamentos de actina (mais finos) sobre

embrionária. Por isso é considerada um sincício.
Entretanto,

os filamentos de miosina (mais grossos).

durante o desenvolvimento do indivíduo, com o seu

No citoplasma da célula muscular, podemos encontrar crescimento, as fibras musculares estriadas esqueléticas

também uma proteína, de estrutura e propriedades alongam-se. Para suprir funcionalmente o longo sarcoplasma

semelhantes às da hemoglobina, denominada

mioglobina. que se distende, os núcleos se dividem e novos núcleos se

Essa proteína contém ferro e dá uma coloração formam acompanhando o alongamento da fibra (célula).

avermelhada ao tecido. É capaz de se ligar ao gás oxigênio, Assim, a fibra muscular estriada esquelética passa a ser

funcionando, portanto, como um reservatório de O para considerada como um plasmódio. Podemos dizer, então, que₂

a atividade muscular. inicialmente ela é um sincício e, depois, um plasmódio.

Editora Bernoulli 37

Frente B Módulo 04

Através da microscopia eletrônica, constatou-se que **B) Fibras rápidas** – Possuem pouca mioglobina, poucas

o sarcolema (membrana plasmática) da fibra muscular mitocôndrias e poucos vasos sanguíneos. Têm cor

estriada esquelética sofre invaginações, formando uma vermelho-clara. Obtêm energia para a contração

complexa estrutura de túbulos (sistema T) que envolvem quase que exclusivamente por fermentação,

a partir

as miofibrilas. Esses túbulos, assim como os canalículos do da glicose e do glicogênio. Por isso, tornam-se

retículo endoplasmático, participam ativamente da troca fatigadas rapidamente. Adaptadas para contrações

de íons cálcio com o hialoplasma durante o mecanismo da rápidas e descontínuas (ou de curta duração), essas

contração muscular. fibras são especialmente boas para um trabalho

Em microscopia, a fibra estriada esquelética também de curta duração que requer força máxima. Os

mostra uma intercalação de faixas claras e escuras, campeões de levantamento de peso e os corredores

conferindo à célula um aspecto estriado, o que justifica sua de pequenas distâncias têm elevadas proporções

denominação. Tais faixas são resultantes da organização dessas fibras nos músculos das pernas e dos braços.

dos feixes das miofibrilas de actina e miosina que formam Nos seres humanos, os músculos esqueléticos apresentam

as chamadas estrias transversais. proporções diferentes dos dois tipos de fibras. A herança

1 genética é o principal fator determinante da proporção de 2 fibras de contração rápida e contração lenta em nossos

músculos esqueléticos. Assim, existe alguma verdade quando

se afirma que se nasce campeão para um determinado tipo

de esporte. De certa forma, entretanto, podemos alterar

as propriedades das fibras musculares esqueléticas com

o treinamento aeróbico. Com o treinamento aeróbico,

3

a capacidade oxidativa das fibras de contração rápida pode

Diagrama do segmento de uma das numerosíssimas melhorar substancialmente. Mas uma pessoa que nasce

miofibrilas que ocorrem paralelamente ao maior eixo com uma proporção elevada de fibras de contração rápida,

(2) miofibrila de actina. provavelmente, não irá se transformar em um campeão **da fibra muscular estriada.** *(1) miofibrila de miosina;*

corredor de maratona, assim como uma pessoa que

nasce

O glicogênio, depositado sob a forma de grânulos, é

com uma proporção elevada de fibras de contração lenta

abundante no sarcoplasma dessas células. Esse glicogênio

difícilmente se transformará em um campeão de corrida de

funciona como depósito de energia, que é mobilizada durante

curta
distância.

a contração muscular.

As fibras musculares esqueléticas são de contração
O tecido muscular estriado esquelético é o tecido
que

voluntária e, de acordo com sua estrutura e com uma
ocupa maior volume no corpo e, popularmente, é
conhecido

composição bioquímica, podem ser classificadas em
dois por carne; forma os chamados músculos
esqueléticos,

tipos: lentas e rápidas. assim denominados por se
acharem ligados aos ossos.

Essa ligação pode ser feita por meio de tendões ou

A) Fibras lentas – Possuem muitas moléculas de

de
aponeuroses

mioglobina, muitas mitocôndrias e são bem
supridas

de vasos sanguíneos. Têm coloração vermelho-
escura.

São altamente resistentes à fadiga. Como têm
reservas

substanciais de combustível (glicogênio e
lipídios),

suas mitocôndrias abundantes podem manter
uma

produção constante e prolongada de ATP, se o
oxigênio

Músculo

estiver disponível. Assim, obtêm energia para
contração. O músculo principalmente por meio da
respiração aeróbia, tendão oxidando
carboidratos e ácidos graxos. Essas fibras



Aponeurose

■
são adaptadas para contrações lentas e continuadas.

■
Dessa forma, os músculos que têm elevadas

proporções desse tipo de fibra são bons para

o trabalho aeróbico de longa duração (isto é,



trabalho que requer muito oxigênio). Os atletas



Tendões e aponeuroses – São estruturas esbranquiçadas,



que correm grandes distâncias, os esquiadores,
muito resistentes, constituídas por tecido conjuntivo denso,



os nadadores e os ciclistas têm os músculos do
braço e rico em fibras colágenas. Os tendões são cilindroides



das pernas constituídos em sua maior parte por
fibras ou, então, têm forma de fita, enquanto as aponeuroses

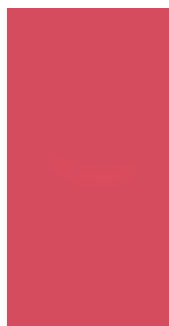
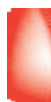


musculares esqueléticas desse tipo. são laminares.











Histologia animal: tecido muscular

Um músculo esquelético é um conjunto de feixes O tecido muscular estriado cardíaco forma o miocárdio

musculares. Um feixe muscular, por sua vez, é um conjunto (músculo do coração). O miocárdio é um músculo que

de fibras musculares. O músculo esquelético, o feixe independe do sistema nervoso central para sua contração,

muscular e a fibra muscular esquelética estão envolvidos, uma vez que possui automatismo próprio, ou seja, ele mesmo

respectivamente, pelas películas epimísio, perimísio e

gera estímulos de natureza elétrica para sua contração, em

endomísio. O endomísio é uma fina camada de fibras uma região chamada de nódulo sinoatrial (marcapasso),

reticulares que envolvem a fibra muscular; o perimísio é localizada na parte superior direita do coração. uma camada mais espessa de fibras reticulares e colágenas

que envolvem o feixe muscular; o epimísio é uma resistente **Tecido muscular liso** membrana de tecido conjuntivo denso não modelado que envolve o músculo.

Formado por células fusiformes, mononucleadas, cujos

Feixe núcleos ocupam posição central.

Fibras

Perimísio As células são pobres em mitocôndrias e em glicogênio,

Endomísio não possuem sistema T e o retículo sarcoplasmático

Miofibrilas é reduzido.

Estrias

Suas miofibrilas de miosina e de actina são muito

Epimísio

delgadas, o que explica o fato de serem pouco visíveis.

Músculo estriado esquelético em corte transversal – Tais miofibrilas não se dispõem em feixes transversais,

Desenho esquemático mostrando a estrutura do músculo o que, por sua vez, explica a ausência de estrias transversais

estriado esquelético. Observe que o músculo é completamente nessas células. envolvido pelo tecido conjuntivo do epimísio. Deste, partem

os septos do perimísio. Finalmente, vemos o endomísio, que
Apresentam coloração esbranquiçada (pouca ou nenhuma

envolve cada fibra muscular. Observe ainda que cada fibra
mioglobina) e contração lenta e involuntária, isto é,

muscular tem diversas estriações transversais, e que seu

BIOLOGIA

independente da vontade do indivíduo. A contração da

citoplasma é carregado de miofibrilas.

musculatura lisa está sob o comando do SNA (Sistema

Nervoso Autônomo).

Tecido muscular estriado cardíaco

Suas fibras (células) se reúnem, dispostas

paralelamente,

formando feixes. Esses feixes constituem os chamados

É formado por células alongadas, cilíndricas, cujas
músculos lisos ou musculatura lisa. A musculatura lisa
é

extremidades se encaixam, o que faz parecer que uma
dá

encontrada nas paredes dos vasos sanguíneos (artérias,
continuidade à outra. Muitas dessas células se
anastomosam

veias), do tubo digestório (esôfago, estômago,
intestinos), da

irregularmente, isto é, ligam-se uma à outra por meio
de

ramificações. bexiga, das tubas uterinas (trompas de
Falópio), do útero, etc.

Os movimentos peristálticos (peristaltismos) do tubo
digestório

S u a s c é l u l a s g e r a l m e n t e s ã o m o n o n
u c l e a d a s

e das tubas uterinas, bem como a contração da bexiga
e do

(raramente possuem dois núcleos) com os núcleos

útero, decorrem da atividade da musculatura lisa
existente

ocupando posição central. Entre uma fibra (célula) e outra,

nesses
órgãos.

verifica-se a presença dos discos intercalares (antigamente

denominados de “traços escalariformes”), que são regiões No caso da bexiga, sua musculatura é lisa e, portanto,

das membranas plasmáticas que determinam o limite entre a sua contração é involuntária. Contudo, existe um esfíncter

as células. Correspondem, portanto, ao ponto de contato da (músculo em forma de anel) de músculo estriado na saída do

extremidade de uma célula com a extremidade da outra. órgão, denominado esfíncter vesical, de contração voluntária,

O estudo dos discos intercalares em microscopia eletrônica

o qual controla a liberação da urina. A micção ocorre quando

mostrou que eles são áreas especializadas em manter a

o esfíncter relaxa (pela vontade do indivíduo), e a bexiga,

coesão (união) entre as células musculares cardíacas.

que já estava contraída, é auxiliada pela contração dos

As fibras cardíacas, à semelhança das esqueléticas, músculos abdominais.

também apresentam estrias transversais, resultantes da

organização dos feixes de miofibrilas, de actina e de miosina. Pelo fato de estar presente em órgãos viscerais (estômago,

Apresentam coloração vermelha e têm contração rápida e intestinos, útero, etc.), o tecido muscular liso também é

involuntária. chamado de tecido muscular visceral.

Editora Bernoulli 39

Frente B Módulo 04

CONTRAÇÃO MUSCULAR Conforme já vimos, nas fibras musculares estriadas, as miofibrilas de actina e de miosina se organizam em feixes

O mecanismo da contração muscular é bastante complexo, que formam um intercalamento de faixas claras e escuras.

envolvendo uma inter-relação de fenômenos físicos e As faixas claras são denominadas faixas, bandas ou químicos que requerem gasto de energia. Tal

mecanismo discos I (isotrópicas), e as faixas escuras, faixas, bandas ou

pode ser resumido, de forma bastante simplificada, discos A (anisotrópicas). Os termos isotrópica e anisotrópica

da seguinte maneira: são relativos às propriedades ópticas das duas diferentes

proteínas. As faixas I apresentam no seu centro uma linha

1 mais escura, denominada linha Z, enquanto as faixas A

Miosina têm, na região central, uma zona mais clara, conhecida por



Actina banda ou zona H.



2 Miosina Músculo estriado



Actina



Feixe



Ca^{++} muscular

$\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i + \text{Energia}$

3

A I

a a

ix ix

Fa Fa

estriada 1 Fibra muscular

1. Quando recebem o estímulo para a contração, o retículo sarcoplasmático e o sistema T das fibras estriadas liberam íons



de Ca^{++} para o hialoplasma. Nas fibras lisas, os íons de cálcio

Ultraestrutu

não ficam armazenados no retículo sarcoplasmático, como

acontece nas fibras estriadas. Na fibra lisa, esses íons são $\text{Z} \text{ Z} \text{ H}$ armazenados em vesículas no sarcoplasma, sendo liberados

frente ao recebimento do estímulo; **2.** Em presença desses íons, Linha Linha a miosina adquire uma propriedade ATPásica, desdobrando o ATP

em $\text{ADP} + \text{P}$ (fosfato inorgânico) e liberando energia; i Actina

Miosina

Miosina 2

$\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P} + \text{Energia}$ i Faixa I Faixa A Faixa I Ca^{++}

Sarcômero

3. A energia liberada é utilizada no ciclo da contração em que há o encurtamento da fibra muscular. Durante a contração, os filamentos de actina e de miosina conservam seus

3

comprimentos originais, havendo, porém, o deslizamento dos

filamentos mais finos (actina) sobre os mais grossos (miosina). É a Sarcômero chamada teoria dos filamentos deslizantes da contração muscular.

1. Fibra muscular, mostrando as faixas A e as faixas I.

Nas fibras estriadas, esse mecanismo de contração No meio de cada faixa I, há uma linha Z. No meio de cada

é realizado simultaneamente por diversas unidades de faixa A, existe uma linha H; 2. O sarcômero relaxado;

contração, chamadas miômeros (sarcômeros). 3. o sarcômero contraído.

40 Coleção Estudo

Histologia animal: tecido muscular

As faixas I (mais claras) correspondem às regiões
Entre eles, destacamos:

de superposição de segmentos dos filamentos de

A) Respiração celular – É o principal processo
actina, e as faixas A (mais escuras), às regiões de
formador de ATP nas células musculares.

superposição de segmentos dos filamentos de actina
Assim, tanto a glicólise quanto o ciclo de Krebs e

e de filamentos de miosina. Na fibra descontráida, há,
a cadeia respiratória produzem o ATP necessário

no meio da faixa A, uma região formada apenas pela à
contração. superposição de segmentos dos filamentos
de miosina:

É bom lembrar que, quando há deficiência
é a zona H. As linhas Z são filamentos constituídos
no suprimento de oxigênio (anaerobiose) por

principalmente pela proteína tropomiosina e nelas
um excessivo trabalho muscular, as células
se prendem os filamentos de actina. O espaço entre
musculares também produzem ATP por meio da
duas linhas Z consecutivas denomina-se sarcômero.
fermentação láctica.

O sarcômero é a menor porção da fibra estriada capaz
de
sofrer contração e, por isso, é definido como a unidade
**B) Transferência do radical fosfato da
fosfocreatina**

contrátil ou funcional da fibra muscular estriada.
Quando – Na fibra muscular, a fosfocreatina (creatina-
o sarcômero se contrai, os filamentos de actina
deslizam fosfato) funciona como uma molécula
auxiliar no
sobre os de miosina. Com isso, as linhas Z se
aproximam armazenamento de energia. A
fosfocreatina pode

transferir o seu radical fosfato de alta energia
mais uma da outra, as faixas I diminuem (podendo
mesmo
para refazer o ATP a partir de ADP. Essa reação é
desaparecer), a faixa A permanece com a mesma
espessura

catalisada por uma enzima, a creatina fosforilase e a zona H diminui, podendo até desaparecer.

(creatina fosforiltransferase). Dessa forma, quando o

A contração de todos os miômeros de uma fibra ao mesmo suprimento de ATP diminui, a creatina-fosfato fornece

tempo, evidentemente, determinará a contração de toda a fosfato de alta energia para o ADP, o que permite a

fibra muscular. Se todas as fibras que constituem o músculo rápida formação de novas moléculas de ATP.

também assim o fizerem, haverá contração do músculo $\text{Creatina} + \text{P} \xrightarrow{\text{Creatina fosforilase}} \text{Fosfocreatina} + \text{Energia}$ por inteiro. **BIOLOGIA**

O músculo esquelético nunca fica completamente relaxado. $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P} + \text{Energia}$

Nele, algumas fibras estão sempre sendo estimuladas e se

contraíndo, mesmo quando o corpo está em repouso. Esse A fosfocreatina não fornece sua energia para ser usada

estado de contração parcial ou semicontração é conhecido diretamente na contração muscular. Essa substância

como tônus muscular, que, além de manter a firmeza funciona como um importante reservatório de energia nas

dos músculos, tem uma importância muito grande na células musculares. Quando desdobrada, fornece radical

manutenção da postura corporal. O tônus não decorre do fosfato e energia para regenerar o ATP, mantendo seu

funcionamento simultâneo de todas as fibras do músculo, nível constante.

mas é o resultado do trabalho ora de algumas, ora de outras,

As reações da contração muscular são desencadeadas que se revezam. Pelo fato de haver esse revezamento na

quando a musculatura recebe um estímulo. Da intensidade

atividade das fibras, o tônus muscular não está sujeito

desse estímulo dependerá o início ou não do mecanismo

à fadiga; assim, pode ser mantido durante horas a fio.

da contração. A menor intensidade de estímulo capaz de

O tônus está sendo constantemente reajustado pelo

promover a contração é chamada de limiar de

sistema nervoso.

A energia para a contração muscular é fornecida diretamente pelas moléculas de ATP, quando ocorrer desdobramento em $ADP + P$ (fosfato inorgânico).
 Amplitude de D e s s a f o r m a , c o n s t a n t e m e n t e , m o l é c u l a s d e c o n t r a ç ã o A T P e s t ã o s e n d o degradadas no interior das células musculares e, conseqüentemente, moléculas de ATP estão sendo formadas (produzidas) no interior dessas células.

O ATP consumido na contração muscular é reconstituído Limiar

através de diferentes processos ou vias metabólicas.
 Estímulos sublimiaries

Editora Bernoulli 41

Frente B Módulo 04

Acima do limiar, os estímulos sempre vão dar uma mesma latência corresponde à fase bioquímica da contração, uma

amplitude de contração, se considerarmos apenas uma vez que, durante esse intervalo de tempo, ocorrem nas fibras

fibra muscular. É a “lei do tudo ou nada”. Essa lei diz que musculares as reações químicas que visam a liberar energia

um estímulo ou é ineficaz ou provoca um grau máximo para o ciclo da contração.

de contração da fibra, independente de sua intensidade.

A “lei do tudo ou nada”, entretanto, não vale para um músculo inteiro, pois, se o estímulo é muito mais forte,

ele pode desencadear a contração num número maior de

fibras, aumentando, assim, o encurtamento do músculo

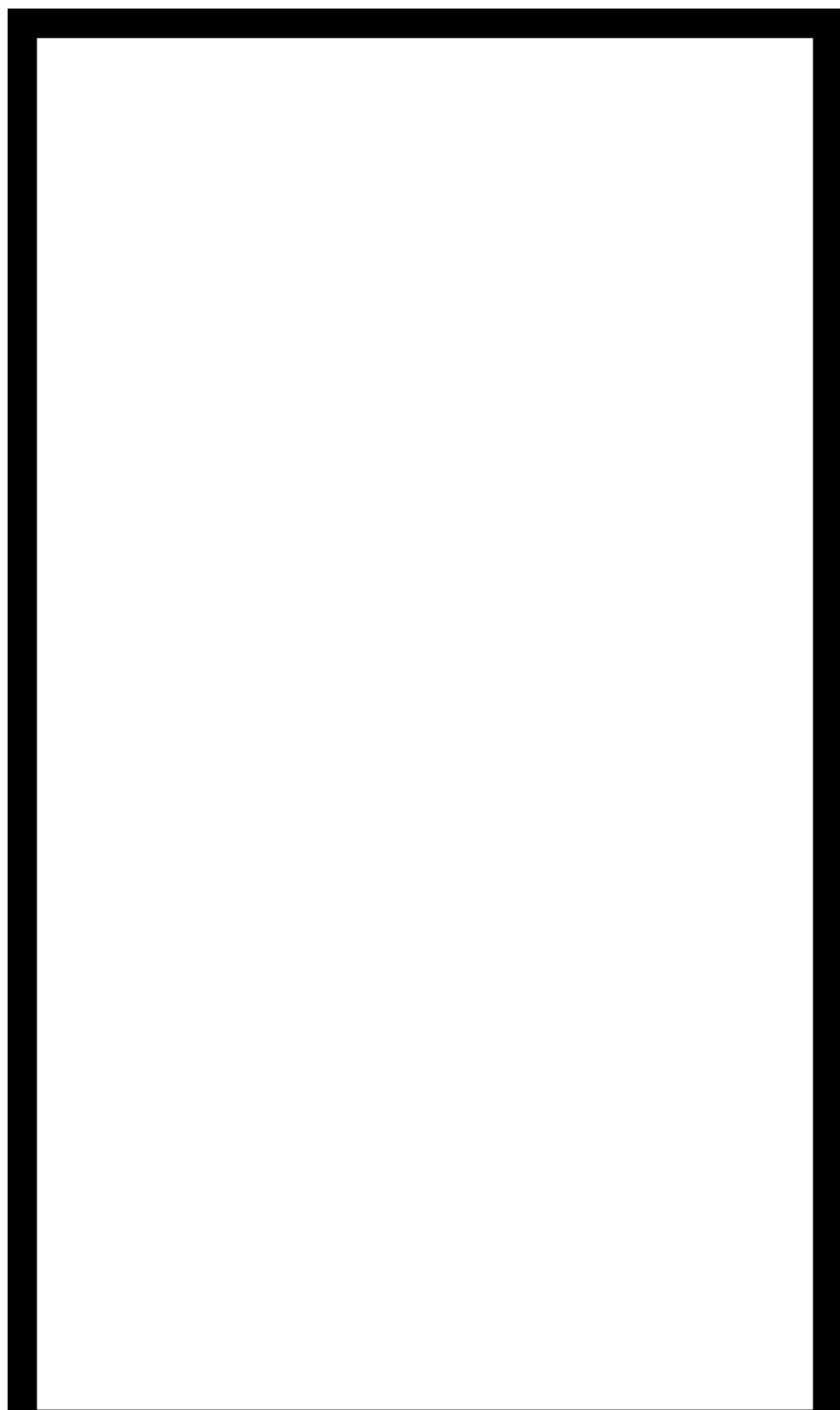
Estímulo
todo. A gradação na força de contração do músculo, quando submetido a estímulos de intensidade diferentes,

não se deve à resposta gradual de cada fibra muscular, mas

sim à variação do número de fibras postas em atividade.

O grau de contração de um músculo depende da quantidade
Tempo de latência

de fibras estimuladas e da intensidade e da duração do estímulo. Uma estimulação fraca, por exemplo, resulta na



contração de apenas algumas fibras e tem como resultado **LEITURA COMPLEMENTAR**

uma contração fraca do músculo. Quando muitas fibras

são estimuladas simultaneamente, a contração do músculo

Regeneração muscular

é intensa.

No indivíduo adulto, os três tipos de tecidos musculares,

Fibra isolada

quando lesados, apresentam diferenças quanto à capacidade

de
regeneração.

No adulto, as células da musculatura estriada esquelética

Mesma amplitude

não se dividem, no entanto, admite-se que a sua capacidade

de contração

Estímulo de de regeneração seja realizada com a participação de células

intensidade conhecidas por células satélites. As células satélites, visíveis

variável apenas no microscópio eletrônico, são mononucleadas,

fusiformes, dispostas paralelamente às fibras musculares e

a b c d localizadas dentro da lâmina basal que envolve os miócitos.

“Lei do tudo ou nada” Quando ocorre uma lesão na musculatura esquelética, as células

satélites, que normalmente estão quiescentes (em repouso),

Músculo inteiro

entram em atividade, proliferam por mitose e se fundem umas

Diferentes às outras para formar novas fibras musculares esqueléticas.

amplitudes

Quando o músculo esquelético é submetido a exercícios

de contração

intensos, as células satélites também entram em atividade.

Nesse caso, elas proliferam por mitoses e se fundem com as

Estímulo de fibras musculares já existentes, contribuindo, assim, para o

intensidade aumento (hipertrofia) do músculo. variável

Ao contrário do que acontece nos primeiros anos de vida,

no indivíduo adulto, o tecido muscular estriado cardíaco

a b c d praticamente não se regenera. As lesões no miocárdio são

Quando um músculo recebe um estímulo, pode-se notar, reparadas por proliferação do tecido conjuntivo, formando, no

local,

no gráfico, que ele demora frações de segundo para iniciar

efetivamente a contração. Esse pequeno intervalo de tempo O tecido muscular liso apresenta boa capacidade de regeneração.

entre a aplicação do estímulo e o início da contração é Ocorrendo nesse tecido uma lesão, as células que não foram

o chamado “tempo ou período de latência”. O tempo de destruídas entram em mitose e reparam o tecido lesado.

42 Coleção Estudo

Histologia animal: tecido muscular

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 04. (FCC-SP)

Uma fibra muscular individualizada, ao ser estimulada eletricamente, apresenta uma resposta

tipo “tudo ou nada”. Já um músculo inteiro mostra

01. (PUC Minas) Em relação ao tipo de musculatura, um aumento gradual na contração, conforme vai se

a afirmativa está **INCORRETA** em: aumentando, gradualmente, a intensidade do estímulo.

A) A musculatura lisa é fusiforme. A seguir, são apresentados 4 gráficos:

B) A musculatura lisa apresenta contrações lentas e Máxima Máxima

involuntárias.

C) A musculatura estriada pode apresentar muitos I
ra ra II cão cão

núcleos periféricos. Cont Cont Mínima Mínima

D) A musculatura cardíaca é filamentar não ramificada. Volts Volts

E) A musculatura cardíaca é de contração rápida e

involuntária.

Máxima Máxima

02. cão cão (VUNESP-SP) As lâminas I, II e III representam o IV ra

III ra

aspecto de três tipos de tecido muscular de cães, quando

analisados sob microscópio. Cont Cont Mínima Mínima

Volts Volts

Discos intercalares

Os gráficos que representam **MELHOR** o que se disse
sobre as contrações de fibra isolada e do músculo inteiro

Lâmina I – Fibras de contrações

rápidas e involuntárias. são,
respectivamente,

A) I e II. C) III e IV. E) II e I.

B) II e III. D) IV e I. **BIOLOGIA**

Lâmina II – Fibras de contrações

rápidas e voluntárias.

05. (PUC Minas) Sarcômero é a unidade contrátil da fibra muscular estriada. Observando com atenção o esquema

Lâmina III – Fibras de contrações de um sarcômero, os filamentos de miosina estão

lentas e involuntárias. representados por

As fibras observadas nas lâminas I, II e III foram retiradas, respectivamente, dos músculos

- A) do estômago, do coração e da pata.
- B) do coração, da pata e do estômago.
- C) da pata, do estômago e do coração.
- D) do coração, do estômago e da pata.
- E) do estômago, da pata e do coração.

A) 1. B) 2. C) 3. D) 4. E) 5.

03. (Cesgranrio) A energia imediata que supre o processo

de contração muscular é derivada de ligações ricas em

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

energia provenientes de

A) trifosfato de adenosina. **01.** (FUVEST-SP) Reservas de carboidratos nos músculos

B) creatina fosfato. ficam na forma de

C) ácido fosfoenol pirúvico. A) glicogênio. D) sacarose.

D) difosfato de adenosina. B) lactose. E) glicose.

E) Nenhuma das anteriores. C) amido.

Editora Bernoulli 43

Frente B Módulo 04

02. (UFV-MG) Preocupados com a boa forma física, **06.** (Cesgranrio)
O tamanho e o aspecto dos sarcômeros

os frequentadores de uma academia de ginástica variam com o
estado de relaxamento, de contração ou

discutiam sobre alguns aspectos da musculatura de estiramento de
uma fibra muscular.

corporal. Nessa discussão, as seguintes afirmativas O sarcômero é
observado somente nas fibras

foram feitas: musculares

A)
lisas
e
estriadas

I. O tecido muscular estriado esquelético constitui a

maior parte da musculatura do corpo humano. B)
esqueléticas e cardíacas.

C) lisas e esqueléticas.

II. O tecido muscular liso é responsável direto pelo D) lisas e
cardíacas.

desenvolvimento dos glúteos e das coxas. E) esqueléticas voluntárias.

III. O tecido muscular estriado cardíaco, por ser de

contração involuntária, não se altera com o uso de **07**.
(PUC Minas) Existe no músculo esquelético uma

esteroides anabolizantes. substância capaz de fixar o oxigênio (O₂) designada 2

A) actina. C) mioglobina. E) histamina.

Analisando as afirmativas, pode-se afirmar que B) miosina. D) trombina.

A) apenas II e III estão corretas.

08.
(UFPI)

B) apenas I está correta.

C) apenas II está correta.

D) I, II e III estão corretas.

E) apenas I e II estão corretas.

03. (FCC-SP) Podemos afirmar que os músculos lisos

A) contraem-se voluntariamente.

B) são também chamados de músculos esqueléticos. A B C

C) são encontrados apenas em vertebrados.

Com base nas figuras anteriores, assinale a alternativa

D) contraem-se lentamente. **CORRETA.**

A) A figura A representa componente básico na estrutura

E) são também chamados de músculos cardíacos.

B) A figura B indica componente básico na estrutura das

04. (UNIRIO-RJ) O tecido muscular cardíaco apresenta fibras paredes do coração.

A) estriadas, anastomosadas e de contração involuntária. C) A figura C indica componente básico na estrutura das

glândulas endócrinas.

B) lisas, não anastomosadas e de contração voluntária.

D) A figura C apresenta os discos intercalares,

C) estriadas, não anastomosadas e de contração característicos de músculos lisos.

involuntária.

D) lisas, anastomosadas e de contração voluntária. **09.** (Famem) Sobre a contração das células musculares

estriadas, emitem-se as frases seguintes:

E) estriadas, anastomosadas e de contração voluntária.

I. Os filamentos de actina não modificam o seu comprimento, mantendo tamanho uniforme.

05. (PUCPR) Um sarcômero vem a ser

II. Os filamentos de miosina modificam o seu

A) o blastômero que origina as células musculares comprimento, encurtando.

estriadas.

III. Os filamentos grossos deslizam sobre os filamentos

B) uma unidade fundamental da miofibrila compreendida finos, presos ao sarcolema.

entre duas linhas Z.

Está(ão) **CORRETA(S)**

C) unidade de miofibrila compreendida entre as faixas A.

A) apenas I. D) duas delas.

D) unidade de miofibrila compreendida entre as faixas I. B) apenas II. E) as três.

E) a faixa escura numa miofibrila. C) apenas III.

44 Coleção Estudo

Histologia animal: tecido muscular

10. (UFOP-MG) O tecido muscular liso caracteriza-se por Antes do Ffcr Durante o

exercício exercício

A) ausência de estrias e contrações lentas e involuntárias. 10 10

B) ausência de estrias e contrações rápidas e involuntárias. 9 9 a 8 8
P C) ausência de estrias e contrações lentas e voluntárias. 7 7

D) presença de estrias e contrações lentas e voluntárias. 5 6 6 4 5
Ffcr 4

11. E) presença de estrias e contrações rápidas e voluntárias. ATP 3 3
ATP P 2 2 Escala arbitrária Escala arbitrári 1 1 (UFV-MG-2009) Sobre os tecidos musculares, é 0 0

CORRETO afirmar que

Para que haja a contração muscular, é essencial que

A) os músculos estriados esqueléticos contraem-se

ocorra a reação:

independentemente da vontade do indivíduo.

$\text{ATP} \Rightarrow \text{difosfato de adenosina (ADP)} + \text{P}$

B) os músculos estriados cardíacos têm contração

involuntária. Com base nesses resultados, **EXPLIQUE** o papel metabólico da fosfocreatina.

C) os músculos lisos são constituídos de unidades

denominadas sarcômeros.

D) os músculos estriados esqueléticos possuem células

SEÇÃO ENEM

longas com núcleos centrais.

12. (FCMMG) Ao receber um estímulo, o músculo demora **01.** As fibras musculares esqueléticas podem ser classificadas

frações de segundo para iniciar efetivamente a contração. em dois tipos: fibras lentas e fibras rápidas. O quadro a

Esse pequeno espaço de tempo em que as células seguir mostra algumas diferenças entre esses dois tipos

executam reações químicas de liberação de energia, de fibras.

chamamos de

A) tempo de recuperação. D) pré-deslizamento. **Fibras lentas**
Fibras rápidas

B) ampliação de contração. E)
período de latência. Muitas moléculas
de Poucas moléculas de BIOLOGIA C)
repolarização. mioglobina mioglobina

13. Muitas mitocôndrias Poucas mitocôndrias (Unicamp-SP) “Ciência ajuda natação a evoluir”. Com

esse título, uma reportagem do jornal *O Estado de Coloração* vermelho-escuro Coloração vermelho-clara

S. Paulo sobre os Jogos Olímpicos (18 set. 2000) informa Adaptadas para contrações Adaptadas para contrações

que: *Os técnicos brasileiros cobiçam a estrutura* lentas e continuadas (longa rápidas e descontínuas (curta

dos australianos: a comissão médica tem seis

duração) duração)

fisioterapeutas, nenhum atleta deixa a piscina sem levar

um furo na orelha para o teste do lactato e a Olimpíada “Em aves que voam pouco, como galinhas e perus, os

virou um laboratório para estudos biomecânicos – músculos esqueléticos peitorais, que movimentam as asas,

tudo o que é filmado embaixo da água vira análise de são empregados apenas para movimentos de curta duração.

movimento. Em contrapartida, os músculos das coxas são usados de

A) O teste utilizado avalia a quantidade de ácido láctico forma mais constante. Em aves migratórias, que voam

nos atletas após um período de exercícios. Por que grandes distâncias, acontece o contrário.”

se forma ácido láctico após exercícios intensos? Com base nas informações do quadro e do texto, é

B) O movimento é a principal função do músculo estriado correto dizer que

esquelético. **EXPLIQUE** o mecanismo de contração

A) os músculos peitorais da galinha e da ave migratória da fibra muscular estriada. têm coloração vermelho-escura.

14. B) os músculos das coxas da galinha e da ave migratória (UFRJ) A ressonância nuclear magnética (RNM) permite

medir os níveis de certos compostos fosforilados num têm coloração vermelho-clara.

tecido vivo sem interferir na sua integridade. Uma análise C) nas aves migratórias o músculo peitoral e o da coxa

feita com RNM produziu os resultados ilustrados nos têm a mesma coloração.

gráficos a seguir, que representam os níveis no músculo D) o músculo peitoral da galinha tem coloração

dos seguintes compostos: o fosfato (P), a fosfocreatina vermelho-clara.

(Ffcr) e o trifosfato de adenosina (ATP), respectivamente, E) nas aves migratórias todos os músculos têm coloração

antes e durante um exercício. vermelho-clara.

Editora Bernoulli **45**

Frente B Módulo 04

02. O tecido muscular apresenta três variedades: não

Propostos estriado (liso), estriado esquelético e estriado cardíaco.

As figuras 1, 2 e 3 representam esquematicamente as fibras musculares dessas diferentes variedades do tecido 01. A muscular. Os gráficos (A, B e C) representam o registro de contração muscular normal de uma dessas três fibras 02. B comparado com os efeitos da aplicação das drogas atropina e muscarina. 03. D

04.
A

05.
B

06.
B

07.
C

08.
A

(seg) (seg) (seg) 09. A A B C

Registro de contrações das fibras musculares (todos construídos na

mesma escala) 10. A

11.

B

12.

E

13. A) Porque o O_2 que chega ao músculo não é suficiente para completar o processo de

1 2 3

respiração; ocorre, então, fermentação láctica

Representação esquemática das fibras musculares que tem como produto o ácido láctico.

Com base nas informações das figuras e sabendo-se que

B) Sob estímulo nervoso, ocorre a contração

a atropina e a muscarina agem antagonicamente sobre os

batimentos cardíacos e, ainda, que o registro B mostra o muscular, mecanismo no qual há o deslizamento

efeito da atropina, conclui-se que a fibra que apresentou dos filamentos de actina sobre os de miosina,

os registros A, B e C foi encurtando os sarcômeros da fibra muscular

A) a fibra 1 e o registro A mostra o efeito da muscarina estriada.

sobre ela.

B) a fibra 1 e o registro B mostra o efeito da atropina 14. A análise dos gráficos mostra que, antes e durante

sobre ela. o exercício, os níveis de ATP não variam. Como a

C) a fibra 2 e o registro A mostra o efeito da muscarina contração muscular consome ATP, concluímos que

sobre ela. este está sendo regenerado durante o exercício.

D) a fibra 3 e o registro C mostra o efeito da muscarina. Nota-se também que o nível de fosfocreatina,

sobre ela.

que antes era alto, decresce durante o exercício,

E) a fibra 3 e o registro A mostra o efeito da atropina

sobre ela, indicando que esse composto atua na regeneração

do ATP. Ao ser degradada por ação da enzima

GABARITO creatinafosforilase, a fosfocreatina fornece energia para reação que liga fosfato (P) ao ADP,

Fixação reconstituindo, assim, o ATP.

01. D Seção Enem 04. E

02. B 05. A 01. D

03. A 02. D

46 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO**
FRENTE Bacterioses 05 C

Muitas doenças infecciosas que acometem o

homem são No preparo de certos alimentos, como carnes, peixes,

causadas por bactérias, denominadas genericamente de palmito em conserva, salsichas, compotas, geleias bactérias patogênicas. Tais doenças são as bacterioses. e outros, se a esterilização não for feita de forma

correta e adequada, poderá haver proliferação do

A seguir, temos um estudo resumido de algumas bacterioses.

C. botulinum com produção de toxina que, mesmo

De cada uma delas, é importante você saber o(s) modo(s) em pequena concentração, torna tóxico o alimento,

de transmissão e as principais medidas de profilaxia sem deterioração aparente: a lata de conserva, por

(prevenção). exemplo, poderá apresentar-se “estufada” ou não,

assim como o cheiro e o gosto poderão estar ou não

• **Blenorragia (Gonorreia)** – É uma doença do grupo

alterad

das DSTs (doenças sexualmente transmissíveis),

causada pela bactéria *Neisseria gonorrhoeae*, Uma vez ingerido o alimento contaminado, os efeitos

também conhecida por gonococos. da toxina

botulínica se manifestam rapidamente (de 2 a 48 horas). Seu mecanismo de ação consiste

A transmissão se faz usualmente por meio do em bloquear a liberação da acetilcolina nas sinapses contato sexual e, após um período de incubação neuromusculares.

variável (entre três e seis dias), podendo

manifestar-se os sintomas da doença: sensação de A doença caracteriza-se por vômitos, prisão de ardência na uretra durante a micção, aumento dos ventre, sede, dificuldade de deglutição e da fala, gânglios (íngua) da região da virilha e corrimento além de paralisia respiratória, sobrevivendo a morte amarelado (pus espesso). Em alguns casos, de 20% a 70% dos casos.

principalmente nas mulheres, a doença pode ser A profilaxia consiste essencialmente em controlar a assintomática, isto é, não há manifestação dos sintomas. esterilização dos alimentos em conserva e evitar a

O tratamento é feito com antibióticos, sob orientação ingestão de alimentos enlatados, cujas embalagens médica, tendo sucesso na maioria dos casos.

Para estejam “estufadas”.

isso, no entanto, é essencial o tratamento do parceiro •
Coqueluche (“tosse comprida”) – Causada sexual,
mesmo que assintomático. pela bactéria *Bordetella*
pertussis, é uma doença

A mulher deve procurar fazer periodicamente o
tipicamente infantil que acomete as vias respiratórias.

exame ginecológico preventivo, uma vez que essa
Inicia-se com uma coriza, confundindo-se com um

doença, se não tratada, pode causar esterilidade: os
simples resfriado, mas, alguns dias depois, surgem

gonococos podem atacar as tubas uterinas, causando
acessos de tosse seca, que costumam deixar a criança

nelas inflamação, fibrose e obstrução. Além
disso, se sem fôlego.

a mulher estiver grávida e contaminada, ela pode A
gravidade da doença varia com a idade,

infectar a criança, caso o parto seja normal. Nesse o
estado geral e a maior ou menor sensibilidade

caso, o contágio se faz diretamente quando ocorre a
de cada indivíduo. Sua transmissão se faz pela via

passagem do bebê pela vagina. Os gonococos
causam respiratória, com a inalação de ar
contaminado. uma infecção nos olhos do
recém-nascido, conhecida

por *oftalmia neonatorum*, que pode levar à cegueira. A
profilaxia se faz com a aplicação de vacina. A vacina

Para se evitar isso, recomenda-se, como profilaxia, antipertussis (contra a coqueluche) normalmente está

a instilação de nitrato de prata a 1% na conjuntiva associada à antitetânica e à antidiftérica, constituindo

do recém-nascido. uma vacina conhecida por tríplice bacteriana. Essa

vacina não confere imunidade total, mas, mesmo nos

- **Botulismo** – Doença grave que tem como agente casos em que não evita a doença, torna sua evolução

etiológico um bacilo anaeróbio, o *Clostridium* mais benigna. *botulinum*, também conhecido por bacilo do

botulismo. Sua transmissão se faz pela ingestão de •

Cólera – É causada pela bactéria *Vibrio cholerae*, certos tipos de alimentos, geralmente enlatados e o vibrião colérico, que é transmitido, principalmente,

conservas, contendo a toxina botulínica, substância por meio da água contaminada, pelas fezes e vômitos

altamente tóxica produzida por esses bacilos. dos doentes e portadores (indivíduos que, embora

já tenham o vibrião colérico nos seus intestinos, não

O bacilo do botulismo é encontrado como saprófita apresentam sintomas da doença). Também pode ser

no solo e no intestino de herbívoros e de peixes. transmitida por alimentos que foram lavados com

Frente C Módulo 05

água contaminada pelo vibrião e que não foram
Entre elas, destacam-se as dos gêneros *Shigella*
e

bem-cozidos, ou pelas mãos sujas de doentes ou
Salmonella. As do gênero *Shigella* causam a
disenteria

portadores. É bom lembrar também que moscas
bacilar, caracterizada por uma enterite
(inflamação

e outros insetos podem veicular (transportar)
dos intestinos), diarreia, dores abdominais e, às
vezes,

mecanicamente os vibriões das dejeções dos
febre; as do gênero *Salmonella* são responsáveis

indivíduos infectados aos alimentos. por
intoxicações alimentares que apresentam

um quadro semelhante ao da disenteria bacilar,

A cólera é uma infecção intestinal aguda, cujo
principal

porém acometem também regiões mais altas do

sintoma é a diarreia intensa, que começa de
repente.

As fezes do doente são de cor esbranquiçada, como aparelho digestório (estômago e intestino delgado).

“água de arroz” (fezes riziformes), muito fluidas, sem Todas as disenterias, independentemente de sua

muco e com odor peculiar de peixe. A febre, quando etiologia (vírus, bactérias, protozoários), exigem

existe, geralmente é baixa. Junto com a diarreia, um pronto atendimento médico e cuidados com a

podem aparecer cólicas abdominais e vômitos. desidratação, por meio de preparados que mantêm

A diarreia intensa e os vômitos fazem com que o o equilíbrio de água e sais do organismo. Nas de

indivíduo perca grande parte dos líquidos de seu etiologia bacteriana, o tratamento inclui também o

organismo, desidratando-se rapidamente. Caso não uso de antibióticos.

seja tratada de imediato, essa desidratação poderá A prevenção dessas doenças exige melhorias no padrão

levar o doente à morte, em pouco tempo. de vida das populações, especialmente as mais

carentes.

As vacinas existentes contra o vibrião colérico são Entre essas medidas, destacam-se as de saneamento

pouco eficazes e, dessa forma, para a prevenção da básico, como o tratamento da água; o uso exclusivo

doença, outras medidas devem ser adotadas. As três de água filtrada ou fervida para beber; a proteção de

medidas básicas são: controle da qualidade da água, poços e de cisternas contra a contaminação por moscas

destino adequado das fezes e vigilância em relação a e outros animais; a construção de redes de esgoto e

passageiros e meios de transporte provenientes das estações de tratamento de esgoto; os cuidados com

áreas onde existem doentes de cólera. o leite, que deve ser pasteurizado ou fervido; e a

fiscalização em supermercados, açougues, matadouros

As deficientes condições de saneamento, e outros estabelecimentos que comercializam alimentos.

especialmente a falta de rede de esgotos, a falta Também são muito importantes as campanhas

de estações de tratamento dos esgotos e a falta de educativas de higiene pessoal. água potável para atender às populações constituem

fatores essenciais para a disseminação da doença. • **Febre maculosa** – É causada pela *Rickettsia*

rickettsii, uma bactéria que é transmitida ao homem

A cólera está no grupo das chamadas “doenças por meio da picada de carrapatos. Trata-se, portanto,

ressurgentes”, isto é, doenças que retornaram de de uma doença tipicamente silvestre ou rural que se

forma intensa após muito tempo sob controle. Em manifesta com febre alta, dor de cabeça e exantema

1991, a doença voltou à América do Sul, reapareceu (erupções cutâneas). Sua profilaxia consiste no

na África e tornou-se mais violenta na Ásia, depois combate aos carrapatos. de passar décadas controlada.

- **Febre tifoide** – É causada pela bactéria *Salmonella*

- **Difteria (Crupe)** – Causada pela bactéria *typhi* (bacilo de Ebert), que é transmitida através da

Corynebacterium diphtheriae, o bacilo diftérico. Sua água e de alimentos contaminados, especialmente

transmissão se faz por contato com secreções do aqueles que são consumidos crus (leite, ostras,

nariz e de garganta da pessoa infectada, ou gotículas verduras, frutas e outros). de saliva eliminadas pelo doente.

Penetrando pela via digestiva, a bactéria ataca a
mucosa

Os sintomas da doença são dor de garganta, febre, perda intestinal, invade a corrente sanguínea e propaga-se

de apetite e, um dado importante para o diagnóstico, por outros órgãos (fígado, baço e medula óssea).

o aparecimento de uma membrana branco-amarelada

constituída por células mortas, pus e bactérias na Os principais sintomas da doença são febre alta, falta

garganta do doente. O tratamento é feito com o soro de apetite, dores musculares, diarreia, vômitos e

antidiftérico e antibióticos. A complicação mais grave manchas vermelhas na pele. Algumas pessoas podem

é a obstrução da laringe, impedindo a respiração e não apresentar manifestações desses sintomas,

causando a morte por asfixia. mas alojar os bacilos no corpo e liberá-los pelo suor,

pela urina e, principalmente, pelas fezes. Tais pessoas

A profilaxia é feita com a vacina antidiftérica que,

são ditas portadoras. Algumas pessoas infectadas

geralmente, é aplicada associada à antitetânica (contra

podem, após o desaparecimento dos sintomas da

o tétano) e à antipertussis (contra a coqueluche).

doença, continuar portando alguns bacilos por longos

- **Disenterias bacterianas** – As bactérias que causam períodos de tempo e, assim, tornam-se portadores

essas infecções são transmitidas principalmente pela crônicos. Suas fezes constituirão um perigo para a

ingestão de água e de alimentos contaminados. população, pois delas poderão advir epidemias.

A febre tifoide pode ocorrer de maneira epidêmica, bactérias, que também podem penetrar através

principalmente durante o período de chuvas torrenciais de ferimentos ou rachaduras existentes na pele e

(enchentes), nas localidades onde são precárias as mucosas. Indivíduos sujeitos ao contato com água

condições de engenharia sanitária e saneamento básico, poluída por ratos (operários de esgotos, por exemplo)

já que essa situação favorece e aumenta a possibilidade correm maior risco de infecção. de contaminação da água potável pelas fezes de

Após uma incubação de 1 a 2 semanas, começa um indivíduos doentes e portadores. Essas epidemias

período febril, durante o qual os espiroquetas estão podem ser facilmente debeladas por medidas de

presentes na corrente sanguínea. Posteriormente, as engenharia sanitária relativas à canalização da água

e dos esgotos, bem como pela cloração da água de bactérias atacam diferentes órgãos (principalmente abastecimento. fígado e rins), produzindo hemorragias e necrose

dos tecidos, o que resulta em alterações funcionais

A imunização preventiva das pessoas é feita mediante desses órgãos. O comprometimento renal, em muitas

a injeção subcutânea de 2 doses de vacina antitífica, espécies de animais, é crônico, determinando

com intervalos de 2 a 4 semanas. a eliminação de grande número de leptospiras

• na urina. **Lepra (Hanseníase)** – Causada pela bactéria

Mycobacterium leprae (bacilo de Hansen), seu modo A profilaxia da doença consiste na eliminação da

de transmissão é controverso. Acredita-se que seja fonte de infecção e na utilização de vestimentas

por contato direto com os bacilos, encontrados protetoras por parte daqueles que trabalham em

nas gotículas de saliva, secreções nasais e feridas locais possivelmente contaminados (arrozais,

dos doentes. Entretanto, a exposição da pessoa ao canaviais, esgotos e outros). bacilo não significa, obrigatoriamente, a instalação

da doença. • **Meningite meningocócica** – A meningite é uma

inflamação das meninges (membranas que envolvem

De um modo geral, a doença manifesta-se de

e protegem os órgãos do sistema nervoso central)

três a cinco anos após o contágio. O período de
e pode ser causada por vírus, bactérias ou fungos.
incubação, entretanto, pode estender-se por
vários

A meningite meningocócica é causada pela bactéria
anos, como é o caso de crianças que se
infectam na

Neisseria meningitidis, também conhecida por
infância e só desenvolvem os sintomas da
doença na

meningococos. **BIOLOGIA**

vida adulta.

Sua transmissão se faz pela inalação de ar
Na forma mais grave da lepra, a lepromatosa,
surgem

contaminado pelos meningococos. As pessoas
inicialmente, na pele, manchas esbranquiçadas
ou

infectadas liberam essas bactérias no ar por meio da
avermelhadas, que não coçam e tornam o local
insensível. Muitas vezes, a pessoa se queima ou se
tosse, do espirro e da fala. Mesmo sem apresentar
os sintomas da doença, uma pessoa pode estar

ferir nesses locais e nem percebe. A evolução da doença é lenta, com destruição da pele, das mucosas contaminada pelos meningococos e transmiti-los nasal, bucal e faríngea, dos olhos e das vísceras. e outras.

É importante que se procure orientação médica diante As bactérias invadem inicialmente a garganta e da menor suspeita. A doença tem cura, o que permite depois, por meio da corrente sanguínea, podem o restabelecimento completo, inclusive das lesões, chegar às meninges. Surgem, então, febre alta, quando precoces. A cirurgia plástica também pode náuseas, vômitos, forte dor de cabeça, sonolência auxiliar na restauração das partes mais atingidas. e um sintoma típico: a rigidez dos músculos da nuca, impedindo o doente de encostar o queixo

Ainda não existe uma vacina contra a hanseníase, no peito. embora numerosos cientistas estejam pesquisando

um medicamento e conseguindo resultados O doente deve ser hospitalizado e submetido a animadores. tratamento com antibióticos, pois, se não tratada a tempo, a doença pode ser fatal.

- **Leptospirose** – É causada por um espiroqueta,

a *Leptospira icterohaemorrhagiae*, que é transmitida
Para a sua prevenção, devem-se evitar ambientes
pelo contato com água e outros materiais fechados e
aglomerações de pessoas, especialmente
contaminados com excreções (fezes e urina) quando
há um surto da doença; sempre que possível,
de animais hospedeiros, notadamente ratos e preferir
o uso de utensílios (copos, talheres, etc.)
camundongos. Esses animais eliminam as leptospiplas
descartáveis (essa norma é importante para bares e
nas fezes e na urina, não só durante a doença, outros
recintos públicos), bem como isolar o doente em
mas também durante a condição de portador hospitalar
especializados (a meningite meningocócica é
assintomático. As leptospiplas podem permanecer
altamente contagiosa). As vacinas contra a doença não
viáveis na água estagnada por várias semanas. são
ainda totalmente eficazes, sendo usadas apenas
A infecção humana resulta geralmente da ingestão em
período de surtos epidêmicos ou por indivíduos que
de água ou de alimentos contaminados com as
mantiveram contato com doentes.

• **Peste bubônica** – Causada pela bactéria *Yersinia*
A psitacose é uma doença de aves que pode ser

pestis (bacilo de Yersin), conhecida anteriormente transmitida ao homem, no qual produz uma série de

por *Pasteurella pestis*, é transmitida ao homem pela manifestações clínicas que vão desde uma infecção

pulga do rato. “benigna”, inaparente, até uma pneumonia grave,

com septicemia e morte.

A doença pode manifestar-se sob duas formas clínicas:

a bubônica e a pneumônica. A forma bubônica
O termo psitacose é empregado para a doença

é assim denominada porque se caracteriza pela humana e aviária adquirida a partir do contato

formação de tumefações (inchaços) ganglionares, com pássaros psitacídeos, como papagaios e

vulgarmente chamadas de “bubões”, geralmente periquitos. Já o termo ornitose aplica-se à infecção

da coxa com o ventre). A forma pneumônica galinhas, patos e gansos, e selvagens (gaivotas,

garças e outras). evolui com os sintomas típicos de uma pneumonia. localizadas na região da virilha (ponto de junção em aves domésticas, por exemplo pombos,

Enquanto a forma bubônica é relativamente “benigna”, Comumente, as aves adquirem a infecção no ninho,

a forma pneumônica é quase sempre fatal. após o nascimento. Podem apresentar manifestações

diarreicas ou mesmo não manifestar nenhum

A peste bubônica foi outrora um dos maiores flagelos da

humanidade: no reinado de Justiniano, dizimou quase agente infectante durante toda a vida, excretando-o sintoma da doença, passando a ser portadoras do

50% da população do Império Romano e, no século XIV, junto com as fezes. A inalação das fezes infectadas,

a “peste negra”, como era chamada, produziu perto de secas, das aves é uma via comum de infecção

25 milhões de vítimas, ou seja, aproximadamente um humana. Como o micro-organismo também pode

quarto da população da Europa naquele tempo. ser encontrado nos tecidos das aves, outra fonte de

O combate aos ratos e às pulgas é uma medida infecção está no manuseio dos órgãos desses animais,

essencial na profilaxia da doença. como acontece, por exemplo, nos abatedouros.

As pessoas que trabalham em granjas de criação,

• **Pneumonia bacteriana** – A pneumonia é uma no abate, preparo e embalagem de aves, com certa

inflamação de um ou de ambos os pulmões, causada, frequência apresentam quadros clínicos e subclínicos

na maioria das vezes, por bactérias que penetram da doença. Em granjas, a doença tem ocasionado,

em nosso organismo pelas vias respiratórias. Entre as às vezes, elevada mortalidade entre as aves, com

bactérias causadoras da pneumonia humana, destaca-se grande perda econômica. Tem-se usado acrescentar

o *Diplococcus pneumoniae* (pneumococos). antibióticos (tetraciclinas, por exemplo) aos alimentos

A doença começa com febre alta, tremores, tosse portadores. das aves com a finalidade de reduzir o número de com expectoração amarelada ou cor de tijolo e dores

no peito e nas costas, principalmente ao tossir ou • **Sífilis** – É uma doença grave que, se não tratada, respirar. Essas dores tendem a aumentar com a pode generalizar-se pelo organismo e atingir o

progressão da doença. sistema nervoso, os pulmões, o fígado, o coração e

outros
órgãos.

O tratamento é feito com antibióticos e outros medicamentos. O doente deve ficar em repouso e É causada pelo espiroqueta *Treponema pallidum*,

manter boa alimentação. transmitida, principalmente, pelo contato sexual.

A sífilis, portanto, é mais uma doença do grupo

Além das bactérias patogênicas propriamente ditas,

existem as chamadas bactérias oportunistas, que só A transmissão também pode ocorrer por meio de das DSTs (doenças sexualmente transmissíveis).

causam doença quando há uma deficiência no nosso transfusões sanguíneas e através da placenta (a mãe

sistema de defesa. Um exemplo é o *Streptococcus* infectada pode transmitir a doença ao filho, durante

pneumoniae, uma bactéria que vive na garganta da vida intrauterina). Neste último caso, a sífilis

maioria das pessoas sadias. Quando há uma queda pode provocar aborto, lesões no fígado, nos ossos e

na capacidade de defesa da pessoa, essa bactéria no sistema nervoso do bebê, surdez ou mesmo parto

prolifera, invade os pulmões e causa pneumonia. de feto morto (natimorto).

• **P s i t a c o s e (O r n i t o s e)** – É c a u s a d a p o r A primeira manifestação da sífilis (fase primária da

micro-organismos conhecidos por clamídias. doença) ocorre cerca de duas ou três semanas após

devido ao seu parasitismo intracelular obrigatório. todo o organismo: uma ferida de borda endurecida e normalmente indolor, chamada de “cancro duro”, Atualmente, são classificadas como bactérias e Anteriormente, as clamídias eram consideradas vírus, a infecção, quando o *Treponema* já se espalhou por

aparece nos órgãos sexuais, na boca ou em outras

diferem dos vírus pelas seguintes características:

partes do corpo. Essa ferida desaparece mesmo sem

como as bactérias, as clamídias possuem os dois tipos

tratamento e, por isso, muitas vezes, o indivíduo não

de ácidos nucleicos (RNA e DNA); multiplicam-se por

procura orientação médica.

divisão binária, o que nunca acontece com os vírus;

possuem uma parede celular do tipo bacteriano; Após um período que varia entre um e três meses

possuem ribossomos, o que não se observa nos desde o desaparecimento do “cancro duro”, surgem

vírus; possuem diversas enzimas metabólicas manchas avermelhadas por todo o corpo, dor de

ativas; seu crescimento é inibido por muitos agentes cabeça, feridas na boca e na garganta: é a fase

antibacterianos. secundária da doença.

Os sintomas da fase secundária também regredem Se o indivíduo não tiver sido vacinado, o tratamento depois de certo tempo, mas, caso não seja tratada, a é feito com o soro antitetânico e antibióticos,

doença entra na etapa em que passa a afetar diversos sob orientação médica. Posteriormente, será aplicada

órgãos: é a fase terciária, que pode manifestar-se a vacina antitetânica. muitos anos depois da fase secundária.

- **Tifo** – Causada pela *Rickettsia prowazeki* e pela

Na fase terciária, o sistema nervoso central e *Rickettsia typhi*, bactérias que têm como reservatórios

o coração são os órgãos mais frequentemente naturais certos tipos de artrópodes, nos quais vivem,

atacados, e o resultado pode ser cegueira, insanidade usualmente, sem produzir doença alguma. Quando

mental, doenças cardíacas, paralisia e morte. transmitidas ao homem, são capazes de causar

O diagnóstico da doença, no seu período inicial, pode (erupções cutâneas). Na realidade, existem dois tipos infecções caracterizadas por febre e exantema

ser feito pela descoberta direta do *Treponema* nas de tifo: tifo epidêmico e tifo endêmico. lesões da pele. Na sífilis mais adiantada, só o exame de sangue permite o diagnóstico conclusivo. Um dos O tifo epidêmico ou

tifo exantemático clássico é

exames muito utilizados é o teste conhecido por VDRL causado pela *Rickettsia prowazeki*, que é transmitida (*venereal disease research laboratory*). O tratamento ao homem pela picada de piolhos. O piolho adquire o da doença é feito com antibióticos, sempre sob micro-organismo picando seres humanos infectados orientação médica. e o transmite pelas excreções fecais na superfície da pele de outra pessoa. Sempre que um piolho pica, ele,

- **Tétano** – É causada pelo *Clostridium tetani*, também ao mesmo tempo, defeca. É ao coçar o local da picada

conhecido por bacilo de Nicolaier. que se propicia a penetração das riquetsias pela pele.

O bacilo do tétano pode ser encontrado sob a forma de O tifo endêmico ou tifo murino é causado pela *Rickettsia typhi*, que é transmitida ao homem pela pulga do espora (uma forma de resistência) nos mais variados rato. As pulgas do rato carregam as riquetsias de ambientes: pregos enferrujados, latas, água suja, um rato para outro e, algumas vezes, do rato para o galhos, espinhos e no solo, principalmente quando homem. O tifo endêmico é de distribuição mundial, tratado com adubo animal, pois esse bacilo se faz especialmente em áreas altamente infestadas pelos presente

nas fezes dos animais, principalmente nas ratos, como os portos de mar. dos cavalos.

Os esporos penetram em nosso organismo através de •
Tracoma – Causada por clamídias, é uma doença

por queimaduras mal cuidadas, infecções dentárias ceratoconjuntivite (inflamação da córnea e conjuntiva), **BIOLOGIA** que, em certos casos, pode levar à cegueira. e outros. Como o bacilo do tétano em sua forma um ferimento na pele provocado por algum acidente, oftálmica (dos olhos), caracterizada por uma

vegetativa é anaeróbico estrito (não sobrevive em Os sintomas iniciais são lacrimejamento, secreções presença de O), quanto mais profundo o ferimento, 2 mucopurulentas, irritação dos olhos e ceratite

isto é, quanto mais livre do contato com o ar, maior (inflamação da córnea). a probabilidade de o bacilo proliferar.

A doença transmite-se mecanicamente, de olho

A doença caracteriza-se por contrações e espasmos a olho, por meio dos dedos e por toalhas de uso (contrações súbitas e involuntárias) dos músculos do comum. Seu tratamento é feito com uso de sulfas e

rosto, da nuca, da parede do abdome e dos membros. de antibióticos. Esses espasmos são

resultantes da ação da toxina

produzida pelo bacilo sobre o sistema nervoso. •

Tuberculose – Causada pelo *Mycobacterium*

As convulsões provocam asfixia temporária, que pode *tuberculosis* (bacilo de Koch), a tuberculose é

evoluir para parada respiratória e, conseqüentemente, transmitida pela inalação de ar contaminado.

levar à morte. A transmissão ocorre quando se aspiram gotículas

de catarro eliminadas pela tosse, espirro e fala de

No recém-nascido, o bacilo pode penetrar também uma pessoa doente, ou quando se aspira poeira

pelo cordão umbilical, quando este é cortado com contaminada por essas gotículas.

estrupe de vaca, fumo ou outras substâncias Na maioria dos casos, a doença acomete apenas os instrumentos não esterilizados ou quando se coloca

contaminadas no umbigo da criança, a título de pulmões, mas pode atingir também outros órgãos, como os rins, intestinos e ossos.

“curativo”, hábito que infelizmente ainda é praticado

em certas regiões, especialmente na zona rural. A penetração do bacilo de Koch em um organismo

não significa obrigatoriamente que a doença vá

perfurantes requerem observação médica. com o bacilo em alguma fase da vida, mas, Se o indivíduo ferido tiver sido vacinado contra o em geral, essa primeira infecção é assintomática e Ferimentos profundos ou provocados por instrumentos manifestar-se. Muitas pessoas entram em contato

tétano, a aplicação de um reforço da vacina será

passa despercebida, porque o organismo consegue ao nível adequado de proteção. Esse reforço não é controlá-la. Às vezes, porém, a bactéria pode suficiente para elevar a concentração de anticorpos necessário se a última vacinação ocorreu há menos permanecer “adormecida”, iniciando o seu trabalho de um ano. Evidentemente, são necessários também de destruição quando houver uma queda nas defesas

cuidados no tratamento da ferida: limpeza com naturais do organismo, causada por desnutrição,

água e sabão, retirada de corpos estranhos e uso fadiga, alcoolismo ou outra doença. Nesse caso,

de antissépticos. o bacilo se reproduz, causando lesões na forma

Frente C Módulo 05

de pequenos nódulos arredondados (tubérculos),

Embora sejam armas poderosas, os antibióticos só devem que podem aumentar até formar grandes cavidades

(cavernas) nos pulmões. Os bacilos também podem ser usados sob prescrição médica. Tais medicamentos somente

cair na corrente sanguínea e se espalhar para outras serão eficientes quando usados por um tempo determinado e

partes do corpo. numa dosagem correta.

Dependendo da resistência do organismo, a evolução O uso indiscriminado dos antibióticos pode trazer como

da doença pode ser muito lenta ou rápida. Um consequências:

que os sintomas iniciais podem passar despercebidos hipersensibilidade (aumento da sensibilidade do ou, então, ser confundidos com os de uma gripe. organismo em relação a uma substância com a qual o grande problema, e também um grande perigo, é • Cri ses al érgi cas (anafil axia) devi do a uma

Muitas vezes, só numa fase mais avançada da

doença

organismo já estivera em contato).

surgem tosse contínua com catarro, dor torácica,

emagrecimento e febre. Com o desenvolvimento da • Alteração e destruição da microbiota bacteriana normal **doença, alguns vasos sanguíneos podem arrebentar**, do corpo. Lembre-se de que muitas dessas bactérias

especialmente durante os acessos de tosse, e o doente, são úteis ao nosso organismo, como as que vivem em

então, passa a eliminar sangue no escarro (hemoptise). nosso intestino produzindo certos tipos de vitaminas.

Medicamentos (antibióticos) associados ao repouso e • Seleção de bactérias portadoras de genes para

para completa eliminação da doença na população, resistentes. Nesse caso, o antibiótico destruirá quase **é importante que ela seja diagnosticada logo no** toda a população de bactérias. Apenas os mutantes à boa alimentação curam a tuberculose.

Entretanto, resistência à droga, isto é, seleção de mutantes

início, por meio de radiografias periódicas dos

resistentes não serão destruídos. Reproduzindo-se

pulmões, que mostram sombras anormais antes

é confirmado pelo encontro de bacilos da tuberculose pouco tempo, uma nova população de bactérias constituída por indivíduos resistentes ao antibiótico no escarro. Muitos países controlam a tuberculose mesmo da manifestação dos sintomas. O diagnóstico com grande rapidez, os mutantes originam, em

utilizando unidades móveis de raios X que visitam em questão.

periodicamente as regiões de maior incidência. O antibiograma é um método importante para se determinar a

Para diminuir a incidência da tuberculose, é fundamental ação dos antibióticos sobre as bactérias. Por meio dele, pode-se

a melhoria do padrão de vida das populações, em especial determinar a sensibilidade ou resistência das bactérias aos

as mais carentes. A nutrição precária e as más condições diversos tipos de antibióticos. Em alguns casos, o antibiograma

de higiene na moradia facilitam o contágio e diminuem permite também detectar a presença de mutantes já resistentes

a resistência do organismo à doença. O leite também à droga. De uma maneira bem resumida, o método consiste

merece cuidados, devendo sempre ser pasteurizado ou em colocar uma amostra do material contaminado do paciente

fervido, pois algumas bactérias que causam a tuberculose (urina, escarro ou outros) num meio de cultura contendo

no gado também podem atacar o homem. pequenos discos de papel embebidos em diferentes tipos de

Finalmente, a profilaxia da tuberculose também conta com antibióticos. O material é colocado numa estufa a 37 °C e,

a vacina BCG (iniciais de Bacilo de Calmette e Guérin). após 24-48 horas, faz-se a leitura: se ao redor dos discos

de papel aparecem halos claros, onde não existem colônias

de bactérias, significa que as bactérias são sensíveis àqueles

LEITURA COMPLEMENTAR

antibióticos, motivo pelo qual não cresceram ao redor dos discos; se ao redor dos discos aparecem colônias de bactérias,

Os antibióticos significa que as mesmas são resistentes aos antibióticos, daí o

crescimento delas ao redor dos discos. Veja a seguir o esquema

Por volta de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial,

e a interpretação dos resultados de um antibiograma:

a medicina deu um largo passo na luta contra as bactérias.

Nessa época, os antibióticos passaram a ser usados com

sucesso contra diversos tipos de bactérias, salvando a vida de Disco de papel embebido de antibiótico

milhares de soldados, que, certamente, teriam morrido devido

às infecções dos ferimentos causados em combate.

A descoberta dos antibióticos, entretanto, é um pouco T O

mais antiga. A história teve início em 1928, quando o escocês

Alexander Fleming observou que bactérias não haviam crescido P S

em um meio de cultura contaminado por fungos. Fleming

deduziu, então, que o fungo deveria produzir alguma substância
Meio de cultura com a C R

que impedia o desenvolvimento e a multiplicação das bactérias.
presença de bactérias

Cerca de dez anos depois, tal substância foi realmente isolada Placa de Petri

de um tipo de fungo, o *Penicillium notatum*, recebendo o nome

de penicilina. Com o passar do tempo, vários outros antibióticos

foram isolados de outros tipos de fungos, enquanto outros *maior* será o halo claro ao redor do disco de papel (maior **Antibiograma** – Quanto maior for a eficácia do antibiótico,



foram fabricados sinteticamente em laboratórios. Os antibióticos *será a área de bactérias destruídas ao redor do disco*). No

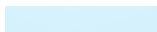


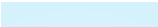
podem exercer ação bactericida (matando as bactérias) ou *exemplo acima, C, R e O são os antibióticos mais eficientes*

bacteriostática (impedindo a multiplicação das bactérias). *contra as bactérias, que são resistentes aos antibióticos S, T.*



52 Coleção Estudo















.



1



Bacterioses

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 05. (UFMG) O uso indiscriminado de antibióticos pode levar às seguintes consequências, **EXCETO**

01. (Fatec-SP) As bactérias são organismos microscópicos, A) Eliminação de micro-organismos patogênicos.

procariontes e muitas são patogênicas, pois causam B) Estimulação do sistema retículoendotelial para

doenças. Entre as doenças humanas causadas por formação de anticorpos.

bactérias, podemos citar C) Aumento da ocorrência de doenças provocadas por

A) varíola, poliomielite, hidrofobia e Aids. micro-organismos resistentes aos antibióticos.

B) sífilis, gonorreia, meningite e tétano. D) Eliminação de micro-organismos úteis ao homem.

C) pneumonia, tuberculose, caxumba e sarampo.

E) Seleção de formas resistentes de micro-organismos.

D) encefalite, poliomielite, hepatite e cólera.

E) botulismo, febre tifoide, gripe e Aids. EXERCÍCIOS PROPOSTOS

02. (FCMMG) Um bioquímico realizou a análise de uma

amostra de secreção colhida em uma lesão da garganta **01.** (PUC Rio) Muitas doenças humanas são produzidas por

vírus. Marque, na relação seguinte, a única que é de de uma criança, onde havia uma placa branco-amarelada.

origem bacteriana.

O exame revelou a presença de uma bactéria que provoca

a difteria. A) Gripe

O bioquímico sabe que essa doença poderia ser evitada B) Caxumba se a criança C) Tétano

A) fosse vacinada. D) Sarampo

B) tomasse soro no início da doença. E) Varíola

C) aprendesse a escovar os dentes precocemente.

02. (PUC Minas) Atualmente, uma toxina produzida por uma

D) fosse protegida contra a picada do inseto vetor. bactéria que ocasiona paralisia flácida vem sendo utilizada

por cirurgiões plásticos para a correção das rugas da

03. face. Essa bactéria é encontrada no solo, quase sempre (ESPM-SP) A leptospirose é uma doença que se alastra em situações de enchente porque, nesses casos, aumenta a contaminando legumes, frutas e outros produtos que, enlatados, podem oferecer muito risco,

principalmente se **BIOLOGIA**

A) contaminação do ar por bactérias que causam a as latas estiverem estufadas. Quando a toxina é ingerida,

doença. pode provocar parada respiratória ou cardíaca, ocorrendo

B) contaminação do ar por vírus que causam a doença. a morte do paciente.

C) presença de caramujos que transmitem a doença. Qual das doenças a seguir é provocada por essa

toxina?

D) contaminação da água pela urina de rato que

transmite a doença. A) Tétano

E) proliferação de insetos que transmitem a doença. B) Difteria

C)
Botulism

04. (PUC Minas) Bactérias presentes nas placas dentárias D) Cólera

podem, como parte de seu metabolismo, produzir E) Malária

substâncias capazes de desmineralizar a região do

esmalte em que se encontram, facilitando a penetração **03.** (Mackenzie-SP) A meningite meningocócica, cuja

bacteriana e a formação da cárie. Um osso de galinha profilaxia, principalmente entre escolares, se faz com

poderá ficar flexível, assim como a casca de um ovo vacinas conhecidas como “tipo A” e “tipo C”, é uma

poderá desaparecer, se os colocarmos em vinagre por infecção causada

determinado tempo. A) somente por vírus.

Com base nos fatos anteriores e em seus conhecimentos, B) por bactérias em forma de bastão ou bacilos.

é possível afirmar que, **EXCETO** C) por bactérias de forma esférica.

A) as bactérias podem ser consideradas patologias para D) por vírus e bactérias.

as quais podemos adotar medidas profiláticas. E) por vírus e riquetsias.

B) as bactérias utilizam os sais minerais retirados dos **04.** (FUVEST-SP) Os antibióticos atuam contra os agentes

dentes para a síntese de sua parede.

causadores das seguintes doenças:

C) o vinagre utilizado para flexibilização do osso e a

A) tuberculose, coqueluche e hepatite

remoção da casca do ovo pode ser produzido pelo

metabolismo de determinadas bactérias. B) tuberculose, sífilis e gripe

D) carboidratos podem ser utilizados pelas bactérias das C) tétano, sífilis e gripe

placas dentárias para a produção das substâncias D)
tuberculose, coqueluche e sífilis desmineralizadoras. E)
coqueluche, sífilis e sarampo

Editora Bernoulli **53**

Frente C Módulo 05

05. (FGV-SP) São frequentes os surtos de leptospirose nas **09.**
(UFMG) Desde sua introdução na década de 1940, os

zonas urbanas das grandes cidades, especialmente antibióticos
tornaram-se um sucesso no controle de

quando das enchentes causadas pelas chuvas e doenças bacterianas,
sendo considerados medicamentos

transbordamento de rios. Sobre essa enfermidade, pode- milagrosos.
Consequentemente, passou-se a acreditar

se dizer que que essas doenças eram coisas do passado. Entretanto,

tem-se verificado o “ressurgimento” de muitas delas.

A) após infectar o homem, a transmissão da bactéria de Todas as
seguintes medidas podem ser implementadas, pessoa a pessoa passa a
constituir a mais importante em nível de saúde pública, para
minimizar o problema forma de propagação da enfermidade. crescente
de bactérias com resistência múltipla a

B) em regiões sujeitas a inundações sazonais, antibióticos, **EXCETO**

a vacinação preventiva da população deve ser

A) Aumentar o uso profilático desses medicamentos
instituída antes do período das chuvas.

em rações de animais, objetivando a imunização dos

C) a principal forma de contágio é pelo contato da pele com consumidores.

animais. B) Criar programas de vigilância hospitalar e comunitária e / ou mucosas com água contaminada com urina de

para evitar o uso inadequado e abusivo desses

D) a vacinação dos animais domésticos é imprescindível para medicamentos.

para o controle da doença na população humana.

C) Proibir a venda livre desses medicamentos e esclarecer

E) seu tratamento é apenas sintomático, uma vez que a população dos riscos de automedicação.

não há medicação adequada para as infecções virais.

D) Vacinar a população para aumentar as defesas do

06. organismo contra as doenças bacterianas, reduzindo

(UFMG) Dona Margarida observou que uma lata de

o uso desses medicamentos.

sardinha estava estufada e resolveu não consumir o

seu conteúdo. Assinale a alternativa que apresenta

10. (FGV-SP) É de conhecimento geral que não se deve

Margarida. fazer uso indiscriminado de antibióticos, pois os agentes uma justificativa **INCORRETA** para a atitude de dona

patogênicos tornam-se resistentes ao medicamento.

A) O alimento pode conter toxinas produzidas por Essa resistência é conseguida

micro-organismos.

A) porque os antibióticos induzem mutações para

B) O alimento pode estar em processo de resistência nos micro-organismos.

decomposição.

B) porque a droga, matando os micro-organismos

C) Os gases responsáveis pelo estufamento da lata são suscetíveis, seleciona os resistentes que já existiam

tóxicos. na população.

D) Pode ter ocorrido falta de higiene durante o processo C) porque a droga induz mutações no homem, tornando-o

de embalagem. suscetível ao agente patogênico.

07. D) porque o organismo humano se “acostuma” com o

(UEL-PR) A cólera é uma doença infecciosa aguda,

medica

caracterizada por febre, vômito e diarreia. O agente

causador é a bactéria *Vibrio cholerae*, que é principalmente E) por processos ainda desconhecidos.

transmitida pela

A) picada do mosquito *Aedes aegypti*. **11.** (UDESC-SC) O esquema a seguir representa um

experimento sobre a influência de soluções bactericidas

B) contaminação fecal da água e dos alimentos. de diferentes concentrações (A, B, C, D) e seus efeitos

C) ingestão de carnes mal cozidas, com cistos. sobre populações de bactérias. As áreas claras do

D) pele, através do contato com as larvas. esquema representam o espectro de ação de cada uma

das soluções, indicadas pela respectiva letra.

E) inspiração dos esporos que atingem os pulmões.

- 08.** (UECE) A hanseníase é uma doença infecciosa crônica que afeta pele e nervos. Segundo dados recentes da Organização Mundial da Saúde, o Brasil tem a segunda maior endemicidade do mundo, ficando atrás apenas da Índia. O agente causador dessa doença é um bacilo denominado *Mycobacterium leprae*. A
- Entre as doenças relacionadas a seguir, a que possui agente etiológico pertencente ao mesmo gênero da hanseníase é o (a) Analisando o esquema, é **POSSÍVEL** concluir que a ação
- A) tuberculose. bactericida de
- B) A) $A < B > C > D$. D) $A < C < B < D$. cólera.
- C) pneumonia. B) $A > B > C > D$. E) $A = D < B = C$.
- D) tétano. C) $A = C > B > D$.

54 Coleção Estudo

Bacterioses

- 12.** (PUC Rio–2010) Foram introduzidas em dois frascos, 1990 que continham um mesmo meio de cultura, quantidades Doenças cardíacas 310

Câncer

idênticas de um tipo de bactéria. Após algum tempo Derrame

de incubação, adicionou-se a apenas um dos frascos Acidentes

Gripe e pneumonia

um antibiótico estável, de uso frequente na clínica e Diabetes Cirrose
hepática

cuja concentração não se modificou durante todo o Suicídio

Arteriosclerose

experimento. O gráfico a seguir representa a variação Homicídios

do número de bactérias vivas no meio de cultura, 0 100 200

em função do tempo de crescimento bacteriano em

cada frasco. Observando os dados, podemos perceber que houve

mudanças radicais nas várias frequências.

O advento dos antibióticos contribuiu para alterar

sem antibiótico

significativamente as frequências de mortes de algumas

doenças apresentadas nas tabelas. **IDENTIFIQUE** essas

doenças. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

com antibiótico

14. (Unicamp-SP) Estima-se que um quarto da população

européia dos meados do século XIX tenha morrido de

Número de bactérias / mL adição do antibiótico tuberculose. A
progressiva melhoria da qualidade de vida,

Tempo a descoberta de drogas eficazes contra a tuberculose e

o desenvolvimento da vacina BCG fizeram com que a

A observação do gráfico permite concluir que, no frasco

incidência da doença diminuísse na maioria dos países.

em que se adicionou o antibiótico, ocorreu uma grande Entretanto, estatísticas recentes têm mostrado o aumento

diminuição do número de bactérias e em seguida um assustador do número de casos de tuberculose no mundo,

aumento do seu crescimento. Segundo a teoria de devido à diminuição da eficiência das drogas usadas e à

evolução neodarwiniana, o fato observado no frasco com piora da condições sanitárias em muitos países.

antibiótico tem a seguinte explicação:

A) Qual é o principal agente causador da tuberculose

A) A dose usada de antibiótico eliminou a maioria da humana?

BIOLOGIA

população selecionando uma minoria resistente que B)
Como essa doença é comumente transmitida?

voltou a crescer. C) **EXPLIQUE** por que a eficiência das drogas usadas

B) A dose usada de antibiótico eliminou maioria das contra a tuberculose está diminuindo.

bactérias e a minoria sobrevivente se adaptou às 15.

(UFRJ) Um grande número de doenças do homem é condições,
voltando a crescer.

provocado por infecções bacterianas. Para combater essas

C) A dose usada de antibiótico provocou uma lentidão infecções, é comum o uso de antibióticos.

no crescimento das bactérias que, após algum tempo, O exame de antibiograma é usado para escolher o

adaptaram-se e voltaram a crescer. antibiótico correto para cada infecção. Esse exame pode

D) A dose usada de antibiótico inibiu o crescimento ser resumido da seguinte maneira: uma amostra do

da maioria das bactérias mas, após a sua material infectado do paciente é semeada numa placa

desintegração, essas bactérias começaram a contendo nutrientes necessários para o crescimento das

crescer novamente. bactérias. Pequenos discos contendo, cada um deles,

um tipo diferente de antibiótico são, então, colocados

E) A dose usada de antibiótico estimulou a adaptação

na placa. Decorrido o tempo necessário para que as

de bactérias, que demoraram mais a crescer.

bactérias se multipliquem, a placa é analisada.

13. (UFRJ) As tabelas a seguir apresentam as frequências de mortes (número de mortes por 100 000 habitantes) B na população dos Estados Unidos da América em dois A momentos. C

Gripe e pneumonia 1900 F D

Gastroenterite Tuberculose E

Doenças cardíacas

Derrame

Doenças renais Na figura, que mostra uma dessas placas, os discos com Acidentes

Câncer letras representam os diferentes antibióticos, e a zona

Doenças infantis escura, a área de crescimento das bactérias. Difteria

Analisando essa placa, que antibiótico você receitaria para

o 100 200 o paciente? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

Frente C Módulo 05

SEÇÃO ENEM **cárie** 1. destruição de um osso por corrosão progressiva. * cárie dentária: efeito da destruição da estrutura dentária

01. (Enem–2003) Na embalagem de um antibiótico, encontra-se por bactérias.

uma bula que, entre outras informações, explica a ação do HOUAISS, Antônio. *Dicionário eletrônico*. Versão 1.0.

remédio do seguinte modo: Editora Objetiva, 2001 (adaptado).

O medicamento atua por inibição da síntese proteica

bacteriana. A partir da leitura do texto, que discute as causas

do aparecimento de cáries, e da sua relação com as

Essa afirmação permite concluir que o antibiótico informações do dicionário, conclui-se que a cárie dental

A) impede a fotossíntese realizada pelas bactérias resulta, principalmente, de causadoras da doença e, assim, elas não se alimentam A) falta de flúor e de cálcio na alimentação diária da e morrem. população brasileira.

B) altera as informações genéticas das bactérias

B) consumo exagerado do xilitol, um açúcar, na dieta

causadoras da doença, o que impede manutenção e

alimentar diária do indivíduo.

reprodução desses organismos.

C) redução na proliferação bacteriana quando a saliva é

C) dissolve as membranas das bactérias responsáveis pela doença, o que dificulta o transporte de nutrientes desbalanceada pela má alimentação.

e provoca a morte delas. D) uso exagerado do flúor, um agente que em alta

D) elimina os vírus causadores da doença, pois estes não quantidade torna-se tóxico à formação dos dentes.

conseguem obter as proteínas que seriam produzidas E) consumo excessivo de açúcares na alimentação e má

pelas bactérias que parasitam. higienização bucal, que contribuem para a proliferação

E) interrompe a produção de proteínas das bactérias de bactérias.

causadoras da doença, o que impede sua multiplicação pelo bloqueio de funções vitais.

02. (Enem–2003) O botulismo, intoxicação alimentar que pode

GABARITO

levar à morte, é causado por toxinas produzidas por certas

bactérias, cuja reprodução ocorre nas seguintes condições:

Fixação

é inibida por pH inferior a 4,5 (meio ácido), temperaturas

próximas a 100 °C, concentrações de sal superiores a 10% 01. B 02. A 03. D 04. B 05. B

e presença de nitritos e nitratos como aditivos.

A ocorrência de casos recentes de botulismo em

consumidores de palmito em conserva levou a Agência

Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) a implementar 01. C 05. C 09. A

normas para a fabricação e comercialização do produto.

02. C 06. C 10. B

No rótulo de uma determinada marca de palmito em

03. C 07. B 11. D

conserva, encontram-se as seguintes informações:

I. Ingredientes: Palmito açai, sal diluído a 12% em água, 04. D 08. A 12. A

ácido cítrico. 13. As doenças referidas são: a pneumonia,

II. Produto fabricado conforme as normas da Anvisa. a tuberculose, a gastroenterite e a difteria, pois

III. Ecologicamente correto. os antibióticos combatem e ajudam a controlar

As informações do rótulo que têm relação com as medidas doenças infecciosas causadas notadamente por

contra o botulismo estão contidas em bactérias.

A) II, apenas. D) II e III, apenas. 14. A) Bactéria *Mycobacterium tuberculosis* ou bacilo

B) III, apenas. E) I, II e III. de Koch.

C) I e II, apenas. B) Transmissão direta de pessoa a pessoa

03. através de secreções das vias respiratórias

(Enem–2010) A *cárie dental* resulta da atividade de contaminadas pelo bacilo.

em ácidos que corroem a porção mineralizada dos dentes. C) O uso indiscriminado de antibióticos seleciona as variedades resistentes aos medicamentos. bactérias que degradam os açúcares e os transformam

O flúor, juntamente com o cálcio e um açúcar chamado

xilitol, agem inibindo esse processo. Quando não se 15. O antibiótico do disco A, pois foi o que causou a

escovam os dentes corretamente e neles acumulam-se maior mortalidade de bactérias. O halo claro em

restos de alimentos, as bactérias que vivem na boca aderem torno desse disco é o maior de todos. Os halos

aos dentes, formando a placa bacteriana ou biofilme. claros em torno dos discos indicam regiões onde

Na placa, elas transformam o açúcar dos restos de não houve crescimento de bactérias. Assim, quanto

alimentos em ácidos, que corroem o esmalte do dente maior for a área desse halo, mais eficiente é o

formando uma cavidade, que é a cárie. Vale lembrar que a antibiótico no combate às bactérias.

placa bacteriana se forma mesmo na ausência de ingestão

de carboidratos fermentáveis, pois as bactérias possuem **Seção**

Enem

polissacarídeos intracelulares de reserva.

Disponível em: <http://www.diariodasaude.com.br>. 01.
E 02. C 03. E

Acesso em: 11 ago. 2010 (Adaptação).

Os protozoários (do grego *protos*, primeiro, primitivo, **CLASSIFICAÇÃO DOS**

e *zoon*, animal) fazem parte do reino Protista.

PROTOZOÁRIOS

CARACTERÍSTICAS GERAIS Baseando-se na presença ou na ausência de estruturas

locomotoras, bem como no tipo dessas estruturas,

os protozoários podem ser subdivididos em quatro

Os protozoários são seres unicelulares, eucariontes, grupos:

heterótrofos, aeróbicos ou anaeróbicos, encontrados nos

mais variados ambientes (solo, água doce, água salgada, Protozoários (cerca de 24 mil espécies)

interior de outros seres vivos). Eles podem ser de vida

Grupo Características

livre, coloniais ou viver associados a outros organismos,

estabelecendo com estes relações dos tipos

comensalismo, Presença de flagelos.

mutualismo e parasitismo. Mastigóforos ou flagelados Espécies de vida livre,

mutualísticas ou parasitas.

Em sua quase totalidade, são seres microscópicos, mas

existem algumas exceções, como é o caso do *Spirostomum*, Presença de cílios.

Ciliados Espécies de vida livre,

um protozoário de água doce que chega a ter até 3 mm de

mutualísticas e parasitas.

comprimento.

Apresentam morfologia variada, sendo que, em algumas Formam pseudópodos.

Sarcodinos ou rizópodes Espécies de vida livre,

espécies, ocorre o polimorfismo, isto é, o indivíduo assume comensais e parasitas. várias formas durante o seu ciclo de vida. Muitas espécies

também são capazes de formar cistos. O cisto é uma forma Ausência de organelas de

de resistência, protegido por uma membrana (membrana Esporozoários locomoção. Todas as espécies

são parasitas.

ou parede cística), que permite ao protozoário sobreviver

em condições ambientais adversas.

Podem ter ou não estruturas locomotoras. Quando

Protozoários mastigóforos

presentes, essas estruturas podem ser flagelos, cílios,

pseudópodos ou, ainda, mionemas (fibrilas contráteis que Os protozoários mastigóforos são os que possuem flagelos.

permitem o “deslizamento” do indivíduo). O número de flagelos é variável de acordo com as espécies.

Muitas utilizam os flagelos para a locomoção no meio

A excreção se faz por difusão, através da membrana líquido (natação). Outras são sésseis, isto é, vivem fixadas

plasmática e, em algumas espécies, também por a um substrato e utilizam o movimento flagelar para criar

transporte ativo, por meio da atividade dos vacúolos correntezas líquidas que arrastam partículas de alimento

contráteis. para perto de si.

A reprodução pode ser assexuada ou sexuada. Esses protozoários podem ser de vida livre,

mutualísticos

A reprodução assexuada se faz por bipartição (cissiparidade) ou parasitas. Muitas espécies fazem parte do zooplâncton

e, em alguns casos, por esquizogonia. A reprodução sexuada, marinho e dulcícola. Entre as espécies parasitas, muitas são

dependendo da espécie de protozoário, pode ser feita por agentes etiológicos (causadoras) de doenças no homem.

conjugação ou por fecundação. Veja os exemplos a seguir:

Editora Bernoulli 57

Frente C Módulo 06

Protozoários flagelados Doenças que causam

Trypanosoma cruzi Doença de Chagas

Trypanosoma gambiense Doença do sono

■

Trypanosoma rhodesiense Doença do sono

■

Leishmania brasiliensis Leishmaniose tegumentar **Triatoma infestans** –
Tem cerca de 2,5 cm de comprimento, cor

■

(úlceras de Bauru) *negra com manchas amarelas. É uma espécie predominantemente*



Leishmania chagasi Leishmaniose visceral domiciliar, sendo encontrada nas frestas das cafueiras de barro

■

(calazar) e pau a pique.

■

O *T. cruzi* é um protozoário polimórfico, isto é, assume

■

Giardia lamblia Giardíase ou giardiose



diferentes formas durante o seu ciclo evolutivo.

■

Assim, ele pode ser encontrado sob três diferentes

Trichomonas vaginalis Tricomoniase

tipos morfológicos básicos: amastigota, epimastigota

e tripomastigota. Veja as características dessas

• **Doença de Chagas (Mal de Chagas, Tripanossomíase** formas a seguir:

americana) – Seu agente etiológico é o protozoário

Trypanosoma cruzi, parasita heteroxeno que realiza

seu ciclo de vida em dois hospedeiros: um vertebrado

e outro invertebrado.

Os hospedeiros vertebrados podem ser o homem e

outros animais mamíferos (tatu, gambá, morcego, **Rizonema** vários roedores, cão, gato). Esses outros mamíferos, (Porção intracitoplasmática do flagelo)

quando infectados, funcionam como reservatórios **Amastigota** – *Esférica, sem flagelo livre. É uma forma*

naturais do parasita. O conceito de reservatório vivo intracelular, sendo encontrada no interior de células musculares

de alguns autores relaciona-se com a capacidade de e nervosas do hospedeiro vertebrado.

manter a infecção, sendo esta pouco patogênica para

o reservatório.

Os hospedeiros invertebrados são os insetos Cinetoplasto

hemípteros triatomíneos, conhecidos popularmente

por “barbeiros” ou “chupanças”. Esses insetos

são animais hematófagos e de hábitos noturnos:

Epimastigota – Oval, alongada, com flagelo livre, cinetoplasto

durante o dia, escondem-se em buracos no chão, nas *anterior ao núcleo e pequena membrana ondulante. Encontrada*

paredes e entre as palhas da cobertura das casas de *na porção média e posterior do intestino do hospedeiro*

pau a pique, ainda muito comuns na zona rural, e, *invertebrado (“barbeiro”) e em meios de cultura.*

à noite, saem à procura de alimento, quando, então, Membrana picam as pessoas e outros animais para obter o ondulante

sangue. Geralmente picam as pessoas no rosto

(região

que normalmente fica descoberta quando estamos Cinetoplasto

dormindo), vindo daí o nome popular de “barbeiro”.

Ao picarem as pessoas, os triatomíneos defecam e,

estando infectados, eliminam, junto com as fezes,

o *T. cruzi*. Ao coçar o local da picada, a pessoa facilita

a penetração dos tripanossomas através da pele. *Tripomastigota* – Alongada, com flagelo livre, cinetoplasto

posterior ao núcleo e membrana ondulante desenvolvida.

No Brasil, entre as espécies de “barbeiros” transmissoras

Encontrada no sangue circulante do hospedeiro vertebrado,

da doença de Chagas, destacam-se: *Triatoma infestans*, nas fezes do hospedeiro invertebrado e em meios de cultura.

Panstrongylus megistus e *Rhodnius prolixus*. É a forma infectante do *T. cruzi*.





■



■



■





Protozoários e protozooses

3 entrada dos tripomastigotas infectantes é a
mucosa ocular, na fase aguda, também aparece
4 o sinal de Romanã, caracterizado por um edema

bipalpebral unilateral. Na fase aguda, o índice de mortalidade é baixo (cerca de 10%), e as mortes ocorrem principalmente por miocardites e encefalites.

Após a fase aguda, ocorre a resposta imunitária do organismo por meio da ação de anticorpos, provocando uma diminuição da parasitemia.

A doença passa, então, para a fase crônica.

6 **II) Fase crônica** – Caracterizada pela baixa

para s i t e m i a e p o r l e s õ e s n o c o r a ç ã o

10 (cardiopatia chagásica) e no tubo digestório.

7 A cardiopatia chagásica caracteriza-se

por cardiomegalia (aumento do volume do

9 coração), disritmia cardíaca (alteração do ritmo

cardíaco) e insuficiência cardíaca, o que pode levar

s à morte súbita do doente. Entretanto, o doente

poderá viver vários anos com essas alterações.

Ciclo do T. cruzi – 1. Penetração do tripomastigota numa

célula. 2. Transformação do tripomastigota em amastigota; No tubo digestório, notadamente no

3. Reprodução por cissiparidade do amastigota dentro da célula; esôfago e no cólon (maior parte do intestino



4. Rompimento da célula parasitada, liberando tripomastigotas; grosso), pode haver também a destruição de



5. Tripomastigotas no sangue circulante: podem penetrar neurônios, provocando disritmia peristáltica

em outra célula ou ser ingeridos pelo triatomíneo; (alterações do

ritmo normal do peristaltismo),



6. Tripomastigotas no estômago do triatomíneo; estase do bolo alimentar ou fecal que,

BIOLOGIA 7. Transformação de tripomastigotas em epimastigotas no intestino normalmente, levam ao megasôfago ou



do “barbeiro”; 8. Reprodução por cissiparidade das epimastigotas; ao megacólon.



9. Transformação das epimastigotas em “tripomastigotas A profilaxia da doença está intimamente ligada à



metacíclicos” no reto do inseto; 10. “Tripomastigotas melhora das condições de vida camponesa, bem como



metacíclicos”, nas fezes do triatomíneo, aptos a penetrar em à modificação do hábito secular de destruição da fauna



células do hospedeiro mamífero. e da flora. Entre as medidas de profilaxia, destacamos



CANÇADO, R. Doença de Chagas, 1968 (Adaptação). melhora das

habitações rurais, substituindo-se as

cafus ou casas de pau a pique por construções de

A maneira usual da transmissão da doença de Chagas

alvenaria; combate aos insetos vetores, os “barbeiros”

ao homem é pela penetração do “tripomastigota

transmissores, por meio do combate químico (uso

metacíclico”, presente nas fezes do “barbeiro”,

de inseticidas) ou biológico (controle biológico);

através da pele lesada ou mucosas. Entretanto,

e controle dos doadores de sangue, descartando-se

outros mecanismos de transmissão podem ocorrer.

aqueles que apresentarem sorologia positiva para

Entre eles, destacam-se: transfusão sanguínea, no

o
T.
cruzi.

caso de doadores chagásicos; transmissão congênita,

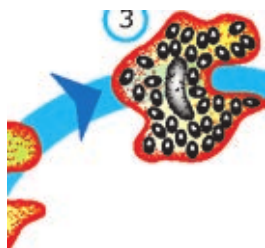
no caso de mãe chagásica (o *T. cruzi* passa do •
Doença do sono (Tripanossomíase africana) –
organismo materno para o feto, através da placenta);
É causada pelos protozoários flagelados *Trypanosoma*

amamentação (embora rara, já foi constatada a
gambiense e *Trypanosoma rhodesiense*, encontrados

presença de tripomastigotas no leite materno); somente na África e transmitidos ao homem por meio

contato e manuseio de animais recém-abatidos da picada da mosca *Glossina palpalis*, conhecida (tatus, gambás e outros). popularmente por mosca tsé-tsé.

A doença de Chagas apresenta duas fases distintas: • **Leishmanioses** – São doenças causadas por a fase aguda e a fase crônica.



protozoários flagelados do gênero *Leishmania*.



I) Fase aguda – Inicia-se cerca de 5 a 10 No Brasil, existem duas espécies importantes:



dias após a infecção. Dura de 10 a 15 dias, *Leishmania brasiliensis*, causadora da leishmaniose



sendo caracterizada por febre alta e elevada tegumentar americana ou úlcera de Bauru,



parasitemia (elevado número de parasitas e *Leishmania chagasi*, responsável pela leishmaniose

na corrente sanguínea). Quando a porta de visceral ou calazar.

Editora Bernoulli 59

Frente C Módulo 06

As leishmanias são parasitas heteroxenos, espessa, edemaciada (inchada), acarretando o que completam seu ciclo evolutivo em dois

aumento do volume do órgão (“nariz de tapir”

hospedeiros: um vertebrado e outro invertebrado. ou “nariz de anta”).

Posteriormente, pode

O hospedeiro vertebrado pode ser o homem e haver comprometimento de todo o nariz, do

outros mamíferos (roedores, raposas, cães), lábio superior, do céu da boca e da faringe,

que funcionam como reservatórios do parasita. provocando ulcerações graves que dificultam a

O hospedeiro invertebrado é um mosquito fêmea do alimentação, a respiração e a fonação. gênero *Lutzomyia*, também conhecido por flebótomo,

Sua profilaxia consiste em: tratar os doentes; birigui ou mosquito-palha.

evitar dormir dentro de matas ou grutas, pois o

As espécies do gênero *Leishmania* apresentam duas hematofagismo do *Lutzomyia* é principalmente

formas fundamentais: amastigota e promastigota. crepuscular ou noturno; construir casas ou

acampamentos a uma distância mínima de

500 metros da orla da mata, pois o *Lutzomyia*

é um inseto que voa pequenas distâncias;

usar repelentes, telar as casas ou dormir com



mosquiteiros finos; e combater os mosquitos



Amastigota Promastigota vetores com o uso de inseticidas nas regiões



em que a transmissão for domiciliar.



Morfologia das leishmanias – As amastigotas da Leishmania



são semelhantes às do Trypanosoma, sendo encontradas



parasitando macrófagos do hospedeiro vertebrado. São,



portanto, formas intracelulares do parasita. As amastigotas da 7 1 Leishmania brasiliensis são encontradas em macrófagos da pele,



tecido subcutâneo e da região nasobucofaringeana, enquanto



as da *Leishmania chagasi* são encontradas nos macrófagos



viscerais, isto é, macrófagos hepáticos (do fígado), esplênicos 2 6 (do baço) e da medula óssea. 7



A forma promastigota é oval alongada, com flagelo livre, 3 5 cinetoplasto anterior ao núcleo, não apresentando membrana 4 ondulante. As promastigotas da *L. brasiliensis* e da *L. chagasi*



são encontradas no aparelho bucal (probóscide) do hospedeiro



invertebrado e constituem as formas infectantes para o **Ciclo evolutivo da *L. brasiliensis*** – 1. Roedor naturalmente infectado;



hospedeiro vertebrado. 2. *Lutzomyia* ingere formas amastigotas juntamente com o sangue;

3. No intestino anterior do inseto, as amastigotas transformam-se

I) Leishmaniose tegumentar americana ou

em promastigotas; 4. Reprodução assexuada por cissiparidade

úlceras de Bauru – É causada pela
Leishmania

das promastigotas no intestino do inseto. As promastigotas, que
brasilensis, cuja transmissão ao homem se
faz

têm grande motilidade, migram para a parte anterior do tubo
por meio da picada dos mosquitos fêmeas
do

digestório do mosquito; 5. Em novo repasto sanguíneo, o *Lutzomyia*
gênero *Lutzomyia*. Ao exercer o
hematofagismo

inocula no vertebrado (homem, roedor) sua saliva contendo
sobre o hospedeiro vertebrado, o mosquito
as formas promastigotas; 6. No vertebrado, as promastigotas
infectado inocula, junto com sua saliva,
penetram nas células do sistema reticuloendotelial (SRE) local,

as formas promastigotas do parasita.

transformam-se em amastigotas e se reproduzem por cissiparidade;

A leishmaniose tegumentar é uma doença
que 7. No homem ou no roedor, as células parasitadas,
repletas de

compromete as células do sistema
reticuloendotelial amastigotas, se rompem, originando
ulcerações (feridas) no local.

(SRE), notadamente os macrófagos, localizadas
nos tecidos cutâneo e subcutâneo. As
regiões OBSERVAÇÃO do corpo mais
atingidas são pernas, braços e A membrana
das formas amastigotas resiste à ação

rosto, isto é, parte descobertas do corpo,
com destruidora dos macrófagos do SRE, o
que explica a

formação de ulcerações (feridas) nesses
locais. sua não destruição dentro dos
macrófagos. Tais ulcerações podem alastrar-
se para a mucosa

II) Leishmaniose visceral ou calazar –
nasobucofaringeana.

É causada pela *Leishmania chagasi*,

A lesão da região nasobucofaringeana é
típica anteriormente conhecida por
Leishmania

dessa leishmaniose e se constitui na maior

donovani, cuja transmissão ao homem se faz
gravidade da doença, devido às lesões
faciais pela picada dos mosquitos fêmeas do
gênero
que provoca: inicialmente, a pele do nariz
fica *Lutzomyia*, em especial a *Lutzomyia*
longipalpis.

60 Coleção Estudo

Protozoários e protozooses

É uma doença grave, uma vez que acomete células •
Giardíase ou Giardiose – Doença causada pelo

do SRE localizadas principalmente no baço, no
protozoário flagelado *Giardia lamblia*, um parasita

fígado e na medula óssea. O comprometimento
monoxeno que vive no intestino delgado do homem,

do baço causa esplenomegalia (aumento

principalmente no duodeno.

do volume do baço) e, conseqüentemente,

dificuldades circulatórias nesse órgão,
devido

à pressão das células aumentadas. No
fígado, Cisto

a doença causa hepatomegalia (aumento do volume do fígado), com desenvolvimento de hepatite crônica. O comprometimento da medula

óssea leva à anemia (diminuição do número normal de hemácias), leucopenia (diminuição

do número de leucócitos) e trombocitopenia. Trofozoíto (diminuição do número de plaquetas), o que

facilita a gênese (origem) de hemorragias. **Giardia lamblia** – A *Giardia* possui duas formas: **trofozoíto**

A doença possui um ciclo silvestre, em que o (*forma normal, de vida vegetativa*) e **cisto** (*forma de protozoário circula entre raposa-inseto-raposa, resistência que permite a sobrevivência do parasita em*

e um ciclo doméstico, em que a *Leishmania* (*condições adversas*). circula.

A transmissão usual da *Giardia* ao homem se faz por meio da ingestão de cistos desse parasita. Os cistos, chegando ao duodeno (primeira porção do intestino delgado), sofrem desencistamento, transformam-se em trofozoítos e se multiplicam por divisão binária.

Os trofozoítos prendem-se à mucosa intestinal por

2 meio de ventosas. Milhares de trofozoítos presos às

BIOLOGIA

mucosas forram-na como um “tapete”. Dias depois,

7 alguns trofozoítos desprendem-se da mucosa e 6
sofrem encistamento. Os cistos, assim formados, são,
5 3 então, eliminados nas fezes da pessoa parasitada.
4 Esses cistos são capazes de resistir no meio ambiente

por cerca de dois meses. Na maioria das vezes,

a giardíase é assintomática. Os casos sintomáticos

Ciclo evolutivo da *Leishmania chagasi* – 1. Cão ou estão
relacionados ao número de cistos ingeridos,

raposa naturalmente infectado; 2. Lutzomyia ingere formas à
deficiência imunitária e, principalmente, à baixa

amastigotas junto com o sangue; 3. Amastigotas transformam-se acidez
do suco gástrico do paciente. Os sintomas mais

em promastigotas no intestino do inseto; 4. Reprodução comuns são dor abdominal, diarreia, perda de peso e,

por cissiparidade das promastigotas no intestino do inseto. às vezes, hipovitaminoses. O diagnóstico conclusivo

Essas promastigotas invadem as glândulas salivares do mosquito; só pode ser feito por meio do exame de fezes. 5. Em novo repasto sanguíneo, o Lutzomyia inocula no

vertebrado (homem, cão, raposa) sua saliva contendo as formas A profilaxia da doença consiste em tratamento dos

promastigotas; 6. As promastigotas penetram nas células do doentes; higiene pessoal (lavar as mãos antes das

SRE local, transformam-se em amastigotas e se reproduzem por refeições e após as defecações, manter as unhas

cissiparidade; 7. No homem ou cão, as amastigotas rompem as sempre bem aparadas, etc.); tratamento da água

células parasitadas, e, por meio da corrente sanguínea, chegam destinada ao consumo da população; engenharia

ao baço, ao fígado e à medula óssea. sanitária (construção de sanitários, redes de

esgoto, estações de tratamento de esgotos, etc.)

As principais medidas de profilaxia da leishmaniose

e higiene com os alimentos, especialmente os que

visceral são: tratar as pessoas doentes; fazer, em

zonas endêmicas, o levantamento sorológico de são ingeridos crus (lavar bem as frutas e verduras,

todos os cães, eliminando os animais positivos; proteger os alimentos de insetos domésticos, como

usar inseticidas no domicílio e peridomicílio; usar moscas e baratas, pois esses insetos podem veicular

telas em janelas; usar mosquiteiros. cistos do protozoário).









■

■

■



■





Frente C Módulo 06

- **Tricomoníase** – Doença do grupo das DSTs, causada Um exemplo clássico de protozoário ciliado de vida livre é

pelo protozoário flagelado *Trichomonas vaginalis*, o *Paramecium caudatum*, encontrado na água doce. um parasita monoxeno que vive nas vias genitais e

urinárias feminina e masculina. Vacúolo contrátil

Flagelos (em diástole)

000 000 00 000 00 000 00 00

Citoprocto 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00

00 00 00 00 00 00 00 Penículo

Vacúolo 00 00

Núcleo 00 00 00 00

digestivo 00 00 00 00 00 00 00 00

Macronúcleo 00 00 00 00 00 00 00

Micronúcleo 00 Citóstoma 00



00

00



00



Vacúolo 00 Sulco oral 00



A maneira usual de transmissão da tricomoniase é

abertura chamada citóstoma (cito, célula; stoma, boca) que é

pelo contato sexual. Também existe a possibilidade de *continuada por uma região denominada citofaringe, onde existe*

os trofozoítos serem transmitidos por meio do contato *um tufo de cílios, o penículo. Nesses protozoários, as partículas*

com roupas íntimas, roupas de banho e roupas de *de alimento presentes no meio penetram no sulco oral devido ao*

cama contaminadas, bem como por água de piscinas *turbilhonamento da água provocado pelos cílios que revestem*

contaminadas. *externamente o protozoário. Por meio do sulco oral, o alimento*

atravessa o citóstoma e cai na citofaringe. Nela, os movimentos

No sexo masculino, a doença normalmente

do penículo impulsionam o alimento para o fundo da citofaringe,

não provoca alterações graves, ocasionando, às



onde se forma o vacúolo digestivo, que se desprende e passa a



vezes, uma uretrite (inflamação da uretra), com



circular no endoplasma. Após realizada a digestão intracelular,



corrimento purulento e ligeira dor durante a micção.



o vacúolo residual é eliminado por uma região específica da célula,



Nas mulheres, entretanto, provoca alterações mais chamada citopígeo ou citoprocto. sérias: vulvovaginite (inflamação da vulva e da



vagina), leucorreia (corrimento branco-amarelado) Além da reprodução assexuada por cissiparidade



e prurido (coceira) intenso. (divisão binária), os ciliados também podem se reproduzir



sexuadamente por conjugação.



As medidas de profilaxia são: tratamento dos doentes



e de seus parceiros sexuais, mesmo que estes não Entre as poucas espécies de ciliados parasitas, o destaque



manifestem sintomas da doença; higiene com o fica por conta do *Balantidium coli*, protozoário ciliado capaz



vestuário (roupas íntimas, toalhas de banho,

etc.); de parasitar o homem. uso de preservativos (“camisinhas”) nas relações

sexuais e tratamento adequado das águas de piscinas.

Protozoários ciliados

São os que possuem numerosos cílios. Muitas espécies

usam os cílios para a locomoção, mas, à semelhança dos

flagelados, algumas espécies são sésseis e, nesse caso,

usam os batimentos ciliares para criar correntes líquidas

que arrastam partículas de alimento para perto de si. Outra

característica do grupo é a presença de dois ou mais núcleos

■
de tamanhos diferentes: macronúcleos e micronúcleos.
Trofozoíto Cisto

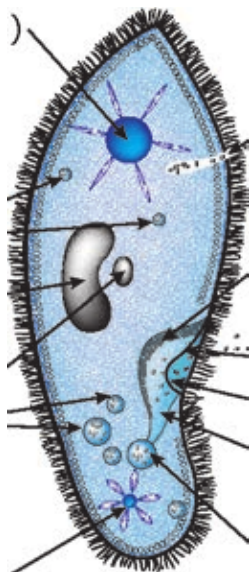
■
Os macronúcleos regulam as funções vegetativas, tais
como **Balantidium coli** – *O Balantidium coli apresenta duas formas*

■
a nutrição e a regeneração, enquanto os micronúcleos
são básicas: trofozoíto e cisto. Normalmente, é encontrado no

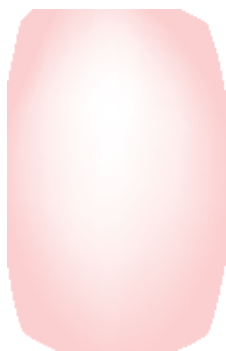
■
responsáveis pelos processos de reprodução. *intestino
grosso de suínos, onde vive em comensalismo.*

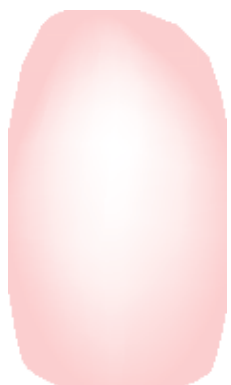
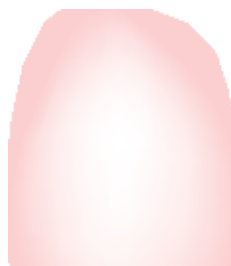
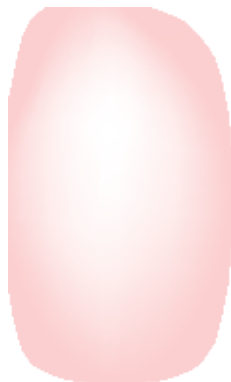
■
A maioria das espécies de protozoários ciliados é
de vida livre. No homem, o *B. coli* é capaz de causar a
balantidíase ou

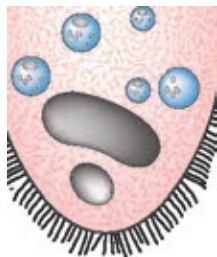
■
livre, existindo, entretanto, algumas espécies parasitas
e balantidiose, doença caracterizada por ulcerações na
mucosa



outras mutualísticas. do intestino, diarreia, dor abdominal e, às vezes, febre.







Protozoários e protozooses

A transmissão da balantidíase é feita pela ingestão de Numa fase mais adiantada, há possibilidade de os

cistos que saem nas fezes dos suínos e podem contaminar trofozoítos presentes nas ulcerações intestinais caírem na a água, os alimentos ou mesmo

as mãos. Sua incidência é circulação sanguínea e atingirem outros órgãos, como o

maior entre tratadores, criadores e abatedores de suínos. fígado, onde causam a hepatite amebiana. A *E. histolytica*,

A profilaxia se baseia em higiene individual (como lavar as portanto, pode invadir ou não a mucosa intestinal.

mãos antes das refeições e manter as unhas bem aparadas. Os trofozoítos que invadem a mucosa constituem a

Esses cuidados devem ser ainda maiores entre aqueles chamada “forma magna”, virulenta ou invasora do

que trabalham diretamente com suínos); higiene com os protozoário; os que não invadem a mucosa, sendo

alimentos, especialmente os que são ingeridos crus (lavar encontrados apenas na luz intestinal, constituem

bem frutas e verduras); engenharia sanitária (construção a “forma minuta”, avirulenta ou não invasora do

de redes de esgotos, etc.), a fim de evitar que as fezes parasita. Para muitos autores, essa forma não invasora

dos suínos alcancem os abastecimentos de água de uso

seria, na realidade, uma outra espécie de ameba,

humano. A criação de suínos em boas condições sanitárias

a
Entamoeba
dispar.

impede que os excrementos desses animais sejam disseminados (se possível, devem ser amontoados, para A amebíase tem cura, e seu diagnóstico é feito por meio do

que a fermentação produzida mate os cistos aí presentes). exame de fezes. Sua profilaxia consiste em tratamento dos

A balantidiose tem tratamento e o seu diagnóstico doentes; higiene pessoal (lavar as mãos antes das refeições

conclusivo é feito por meio de exame de fezes. e após as defecações); engenharia e educação sanitária;

Protozoários sarcodinos exame frequente dos “manipuladores de alimentos”

para detecção e tratamento de algum possível portador

assintomático; e combate aos insetos domésticos (moscas,

São os que se movimentam por meio de pseudópodos.

baratas) que podem veicular cistos do protozoário.

Podem ser de vida livre, comensais ou parasitas.

Entre as espécies de vida livre, encontra-se, por exemplo, **Protozoários esporozoários**

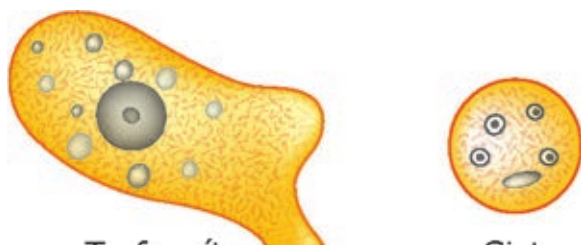
a *Amoeba proteus*, uma ameba encontrada na água doce.

Entre as espécies comensais, existe a *Entamoeba coli*, São desprovidos de organelas locomotoras. Todas as encontrada no tubo digestório do homem e de outros espécies são parasitas. Entre elas destacam-se as espécies

animais. Já a *Entamoeba histolytica* é uma espécie parasita do gênero *Plasmodium* e o *Toxoplasma gondii*, responsáveis, **BIOLOGIA**

do intestino humano, que causa a disenteria amebiana respectivamente, pelas doenças malária e toxoplasmose. ou amebíase.

- **Malária (impaludismo, febre palustre, sezão, maleita)** – Causada por protozoários do gênero



Plasmodium. No Brasil, existem três espécies distintas desse gênero que causam diferentes tipos

de malária. São elas: *Plasmodium vivax*, causador da malária terçã benigna; *Plasmodium falciparum*, Trofozoíto causador da malária terçã maligna e o *Plasmodium* Cisto



malarie, agente causador da malária quartã benigna.

Entamoeba histolytica – A *E. histolytica* apresenta duas Os plasmódios são parasitas heteroxenos que têm como

formas: trofozoíto e cisto. hospedeiro vertebrado o homem e, como hospedeiro

A *E. histolytica* é um parasita monoxeno, encontrado no invertebrado, os mosquitos fêmeas do gênero *Anopheles*

intestino grosso do homem. Sua transmissão se faz pela (mosquitos anofelinos, “mosquito prego”). ingestão de água e de alimentos contaminados com cistos

do protozoário. Os cistos também podem ser veiculados por

insetos domésticos (moscas, baratas e outros).



Uma pessoa se infecta ao ingerir cistos do protozoário.



No intestino delgado, ocorre a transformação dos cistos em

trofozoítos, que, então, reproduzem-se assexuadamente

por cissiparidade. Os trofozoítos, assim formados, migram

Mosquito Anopheles – O *Anopheles darlingi* é a mais

(por meio de movimentos ameboides) para o intestino importante espécie transmissora de malária no Brasil e tem

grosso, onde podem permanecer na luz intestinal ou como criadouros grandes coleções de água (como represas e

invadir a mucosa intestinal causando ulcerações. Os que remansos de rios), desde que sejam límpidas e sombreadas.

permanecem na luz intestinal se transformam em cistos

No homem (hospedeiro vertebrado), o *Plasmodium* se

e são eliminados nas fezes; os que invadem a mucosa reproduz assexuadamente e, no mosquito, sexuadamente.

intestinal provocam a formação de úlceras (feridas),
dor Por isso, o homem é o hospedeiro intermediário,
enquanto

abdominal, disenteria com fezes mucossanguinolentas.
o mosquito anofelino (fêmea) é o hospedeiro
definitivo.

Editora Bernoulli 63



Frente C Módulo 06

Durante o seu ciclo evolutivo, o *Plasmodium* apresenta diferentes formas: esporozoíto, trofozoíto, esquizonte, merozoíto, gametócito, ovo (zigoto) e oocisto.

Esporozoíto Esquizonte Gametócito



Trofozoíto Merozoíto Ovo



Tipos morfológicos do Plasmodium – *Esporozoíto: alongado com núcleo central. É a forma infectante que o mosquito inocula no homem; Trofozoíto: arredondado. Lembra, muitas vezes, um anel, em que o aro é o citoplasma, e a pedra, o núcleo; Esquizonte: polinucleado; Merozoíto: esférico, pequeno, com apenas um núcleo central. Ao conjunto de merozoítos dentro de uma célula parasitada dá-se o nome de rosácea ou merócito; Gametócitos: formas precursoras dos gametas. São de dois tipos: microgametócitos, que originam os gametas masculinos, e macrogametócitos, que dão origem aos gametas femininos. São as formas infectantes para o mosquito; ovo (zigoto): arredondado, com um único núcleo diploide. Resulta da fusão dos gametas masculino e feminino; oocisto: é o ovo encistado na parede do estômago do mosquito e dá origem aos esporozoítos.*



O ciclo evolutivo do *Plasmodium* é subdividido em: ciclo esquizogônico e ciclo esporogônico.



I) Ciclo esquizogônico – É realizado no hospedeiro vertebrado (homem). Durante esse ciclo, o parasita se reproduz



assexuadamente por um processo denominado esquizogonia. Esse ciclo é subdividido em duas fases ou etapas: pré-eritrocítica (exoeritrocítica) e eritrocítica.

A) Fase pré-eritrocítica – realizada nos hepatócitos (células do fígado).

B) Fase eritrocítica – realizada nos eritrócitos (hemácias).

II) Ciclo esporogônico – É realizado no hospedeiro invertebrado (mosquito anofelino). Durante esse ciclo, o *Plasmodium*

se reproduz sexuadamente por fecundação seguida por um processo de divisão denominado esporogonia.

Pode-se resumir o ciclo evolutivo do *Plasmodium* da seguinte maneira:





15 3



16 14 13 2



17 5 1

12

6

18 Ciclo esquizogônico (no hospedeiro 11 Ciclo esporogônico

(no hospedeiro invertebrado) 7 vertebrado)

19

8

24 10

20 9 23

21

Ciclo evolutivo do Plasmodium – 1. Indivíduo com gametócitos no sangue. 2. Macrogametócitos e microgametócitos são ingeridos pelo mosquito Anopheles. 3. Mosquito Anopheles com gametócitos. 4. No estômago do mosquito, o macrogametócito amadurece,

64 Coleção Estudo

Protozoários e protozooses

dando origem ao macrogameta. 5. No estômago do mosquito, A anemia malárica é provocada pela destruição

os microgametócitos, por exflagelação, originam vários das hemácias parasitadas, após a esquizogonia.

microgametas. 6. Um microgameta fecunda o macrogameta. A malária é uma doença que tem tratamento

7. Formação do ovo ou zigoto. 8. Ovo móvel ou oocineto. e sua profilaxia consiste em: tratamento dos

9. Encistamento do ovo na parede do estômago do doentes; combate às larvas dos mosquitos

mosquito. Esse ovo encistado é agora denominado oocisto. anofelinos em regiões alagadas, por meio

10. Esporogonia dando origem aos esporozoítos dentro do de drenagem, do uso de inseticidas ou de

oocisto. 11. Rompimento do oocisto e liberação de esporozoítos inimigos naturais (peixes larvófagos, como

o *Gambusia affinis*, também conhecido por
que se espalham por todo o mosquito, chegando às glândulas

guaru-guaru); e utilização de recursos que
salivares do mesmo. 12. Anopheles indo fazer novo repasto

evitem o acesso dos mosquitos às moradias,
sanguíneo. 13. Inoculação dos esporozoítos no homem. tais como o
uso de telas em portas e janelas,

14. Indivíduo recebendo os esporozoítos por meio da picada do de
cortinados ou mosquiteiros nas camas

mosquito anofelino. 15. Os esporozoítos, por meio da corrente e de
inseticidas.

sanguínea, chegam aos hepatócitos. 16. Hepatócitos infectados

• **Toxoplasmose** – Doença de distribuição geográfica
por esporozoítos. 17. No interior dos hepatócitos, os esporozoítos

mundial, causada pelo *Toxoplasma gondii*, um
crescem e se multiplicam (esquizogonia), originando os merozoítos.
protozoário esporozoário. Calcula-se que cerca de

18. Rompimento do hepatócito com liberação dos merozoítos. 40% de
uma população apresentam sorologia positiva

19. Os merozoítos liberados pelos hepatócitos caem na corrente a esse
protozoário.

sanguínea e invadem hemácias, transformando-se em trofozoítos

O *T. gondii* é um parasita heteroxeno que tem
jovens. 20. Trofozoíto amebóide. 21. Esquizonte. 22. Rosácea.

o gato como hospedeiro definitivo e o homem,

23. *Rompimento da hemácia e liberação dos merozoítos que irão* OS mamíferos em geral e as aves como hospedeiros

penetrar em novas hemácias. **24.** *Formação de gametócitos que intermediários. Apresenta várias formas durante o*
irão infectar outro mosquito. seu ciclo evolutivo.

da picada de mosquitos fêmeas do gênero *Anopheles*.

Outro 1 **BIOLOGIA** A transmissão usual da malária ao homem se faz por meio modo possível de transmissão é por meio de transfusões

sanguíneas. A transmissão congênita (placentária), apesar

de rara, também pode ocorrer.

As alterações mais frequentes na malária são o acesso

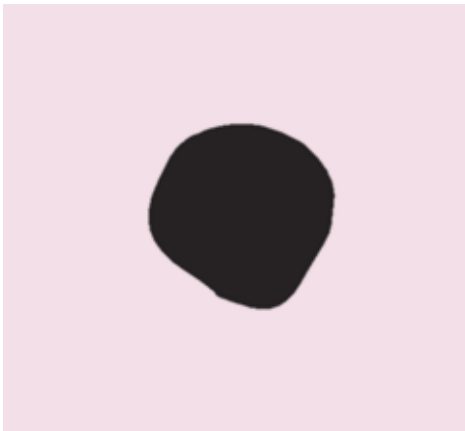
malárico e a anemia.

O acesso malárico é caracterizado por calafrio, calor e

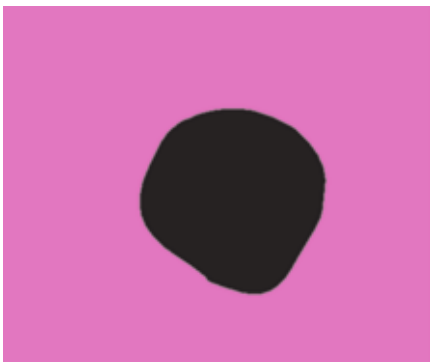
suor que, geralmente, ocorrem em intervalos regulares de tempo, são característicos para cada espécie de



Plasmodium. Para o *P. falciparum*, o acesso ocorre a cada



36-48 horas; para o *P. vivax*, o intervalo é de 48 horas;



e, para o *P. malariae*, é de 72 horas. O acesso malárico



acontece quando ocorre a ruptura das hemácias, liberando

na corrente sanguínea os merozoítos e o pigmento malárico

(hemozoína). Esse pigmento é produzido no interior



das hemácias parasitadas devido à ação do parasita



sobre a hemoglobina. No acesso malárico, o doente 2 3 começa a tremer de frio (calafrio), sensação que cessa



cerca de 30 minutos depois, quando, então, o indivíduo



começa a sentir um calor intenso e a febre eleva-se para **Principais formas do Toxoplasma gondii – 1. Trofozoítos:**

» 1

39 °C a 41 °C, permanecendo assim por cerca *encontrados nos líquidos orgânicos (saliva, leite, urina e outros)*



de duas horas. Após o acesso malárico, o doente *e no interior de células do SRE. O trofozoíto do T. gondii também*



sente-se aliviado e, muitas vezes, é capaz de voltar às suas *é chamado de taquizoíto. 2. Cisto: encontrado em diversos*



atividades normais, apesar de sentir-se um pouco fraco. *tecidos (muscular, nervoso e outros), tendo, no seu interior,*



Durante o acesso malárico, há um desequilíbrio do sódio *um grande número de trofozoítos. 3. Oocisto: encontrado nas*



(queda) e do potássio (aumento). Alguns autores supõem *fezes de gatos e outros felídeos. Quando maduro, contém dois*

que esse desequilíbrio seja o responsável pelos calafrios. *esporocistos, cada um contendo quatro esporozoítos.*









■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

1

2



3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

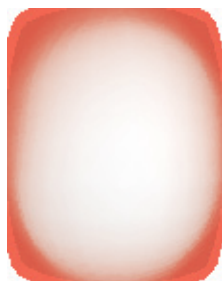
18

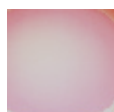
19

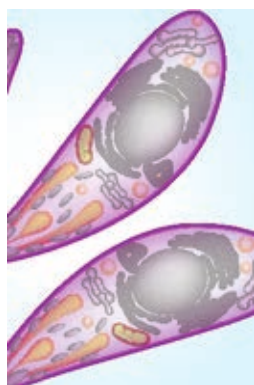












Frente C Módulo 06

A transmissão do *Toxoplasma* ao homem se faz por **02**. (PUC Rio) Considere as seguintes afirmações referentes meio da ingestão de oocistos e de cistos encontrados em aos protozoários:

carne crua ou mal cozida e, congenitamente, através I. Considerando-se o nível de organização dos

da placenta. protozoários, pode-se afirmar corretamente que são

seres acelulares como os vírus.

Muitas vezes, a toxoplasmose é uma doença

II. Pode-se afirmar corretamente que os protozoários só assintomática. Nos casos sintomáticos, podem haver

se reproduzem assexuadamente.

alterações graves, tais como cegueira, retardamento

III. O protozoário causador da malária é o parasito mental da criança e aborto.

plasmó

A transmissão congênita é frequentemente a Assinale se

mais grave. As alterações mais comuns, devido à A) apenas II está correta.

toxoplasmose na gravidez, são aborto, nascimento B) apenas III está correta.

premature, calcificações cerebrais na criança e
C) apenas I e II estão corretas.

destruição da retina da criança, ocasionando
cegueira D) apenas II e III estão corretas.

total ou parcial. E) todas estão corretas.

A toxoplasmose adquirida após o nascimento
pode **03**. (PUC Minas) **NÃO** é uma afirmativa correta sobre
a doença apresentar uma evolução variável. Na
maioria dos de Chagas: casos, constitui-se numa
infecção assintomática.

A) O agente etiológico é o *Trypanosoma cruzi*.

Quando se manifesta na forma sintomática,
pode

B) As formas infectantes para o homem se encontram

ocasionar febre, inflamação dos gânglios,
inflamação nas fezes do barbeiro.

da retina (com consequente cegueira parcial ou
total) C) Tatus e gambás constituem reservatórios naturais
da

e lesões generalizadas na pele. doença.

D) Melhoria de habitações constitui uma medida

profilá

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO E) A cura
definitiva se faz através do transplante cardíaco.

01. (UFMG / Adaptado) Qual a correspondência exata entre **04.** (UFMG) Conforme tem sido noticiado na imprensa mineira,

os desenhos e os grupos dos protozoários? a incidência de Calazar, leishmaniose visceral, nos cães

de áreas urbanas tem aumentado significativamente.

Em relação a essa doença, é **INCORRETO** afirmar que

A) a mordida do cão pode transmitir a doença ao homem.

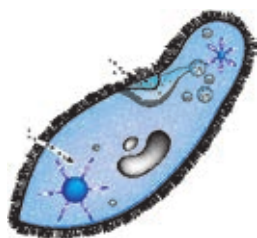
B) a raposa também é reservatório da doença no meio

rural.

Trypanosoma Plasmodium

C) o agente patogênico é um protozoário flagelado.

D) o vetor pertence à mesma classe do barbeiro.



E) uma medida profilática é a eliminação de cães

contam

05. (OSEC-SP) Os picos de febre que ocorrem na malária

são
devidos

Paramecium Entamoeba A) à invasão do fígado pelo plasmódio.

A) Sporozoa, Mastigophora, Sarcodina e Ciliophora. B) ao aumento do baço, que passa a produzir mais

B) Cilliophora, Sporozoa, Mastigophora e Sarcodina.

C) à migração de protozoários para zonas cerebrais que

C) Sporozoa, Cilliophora, Sarcodina e Mastigophora.

controlam a temperatura.

D) Mastigophora, Sarcodina, Cilliophora e Sporozoa. D) à liberação de substâncias tóxicas por ruptura de

E) Mastigophora, Sporozoa, Cilliophora e Sarcodina. glóbulos vermelhos.

66 Coleção Estudo

Protozoários e protozooses

EXERCÍCIOS PROPOSTOS 03. (FMIT-MG)

Durante uma aula prática, foi observado um protozoário que continha um macronúcleo e

um micronúcleo. Qual das organelas a seguir seria

01. (PUC Minas) A figura a seguir representa o protozoário responsável pela locomoção desse indivíduo?

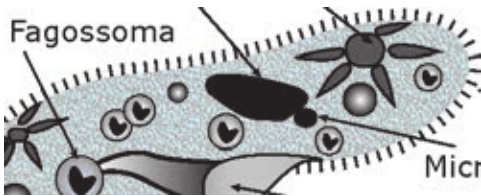
ciliado de vida livre do gênero *Paramecium* com indicação

A)
Flagelo

de algumas de suas estruturas.

B)
Cílio

Macronúcleo Vacúolo C) Mionema contrátil



Fagossoma D) Pseudópode

Vacúolo

digestivo E) Nenhuma dessas, pois o mesmo não se locomove.

Cílios



Micronúcleo **04.** (PUC-SP) São citados a seguir quatro parasitas



Citóstoma

humanos

I. *Trypanosoma cruzi*

II. *Entamoeba histolytica*

Leia com atenção as afirmações a seguir.

III. *Leishmania braziliensis*

I. O protozoário dado apresenta nutrição heterótrofa

com digestão intracelular. IV. *Plasmodium falciparum*

II. A maioria dos protozoários é unicelular, e o grupo Com relação a esses parasitas, pode-se afirmar que

dos ciliados é tipicamente parasita de animais e A) os quatro são transmitidos por insetos.

plantas. B) três deles são transmitidos por insetos e um pela

III. Seus vacúolos contráteis trabalham para manter a ingestão de alimentos contaminados com cistos.

animal isotônico em relação ao meio externo. C) dois deles são transmitidos por ingestão de alimentos

IV. Os vacúolos digestivos podem se formar pela união contaminados com cistos. **BIOLOGIA**

de lisossomos com fagossomos. D) dois deles são transmitidos por contato sexual.

V. A reprodução sexuada é possível por conjugação em E) dois deles são transmitidos pela penetração das larvas

alguns protozoários ciliados. na pele.

São afirmações CORRETAS 05. (PUC Minas) É comum às doenças de Chagas e Malária

A) I, IV e V apenas.

A) apresentarem ciclo monoxenos.

B) I, III e IV apenas.

B) apresentarem protozoários como agentes

C) II, III e V apenas. etiológicos.

D) I, II, III e IV. C) destruírem as hemácias por ocasião da reprodução.

D) produzirem febres repetidas que se devem às toxinas

02. (UFMG–2010) Em 2009, comemoram-se cem anos liberadas.

da descoberta da doença de Chagas, ocorrida em

E) serem transmitidas diretamente pela picada dos

Lassance / MG. vetores.

Hoje, em decorrência da adoção de uma série de medidas,

essa doença está controlada no Brasil. 06. (FCMMG)

No ciclo do *Plasmodium*, a forma existente no

É correto afirmar que, nessa série de medidas adotadas, homem que vai evoluir no inseto vetor, quando este o

NÃO se inclui sugar, é

A) a aplicação de inseticidas nas habitações A) trofozoíto.

infestadas. B) gametócito.

B) a captura sistemática do *Trypanosoma cruzi*. C) merozoíto.

C) a triagem do parasita em bancos de sangue. D) esquizonte.

D) o incentivo à construção de casas de alvenaria. E) esporozoíto.

Editora Bernoulli **67**

Frente C Módulo 06

07. (UFMG) O organismo que atua como vetor da malária é **10.**

(UFMS-2009) Com relação aos protozoários que afetam

representado na alternativa a população brasileira, assinale a(s) alternativa(s)

A) correta(s).

01. A doença de Chagas, nome adotado em homenagem

ao pesquisador Carlos Chagas, é causada pelo

B) protozoário *Trypanosoma cruzi*.

02. A amebíase (Disenteria amebiana) e a giardíase são causadas, respectivamente, pela *Entamoeba histolytica* e pela *Giardia lamblia*, sendo a transmissão

C)

para o ser humano, de ambas as doenças, causada pela ingestão de água e alimentos contaminados por cistos desses protozoários.

D) 04. A leishmaniose tegumentar americana (LTA),

conhecida por calazar, é causada pelo protozoário

Leishmania chagasi.

E) 08. A malária é causada por protozoário do gênero

Plasmodium do qual existem três espécies encontradas

no Brasil: *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*

08. 16. A transmissão da toxoplasmose, causada pelo

(UFMG) Em relação à *Entamoeba histolytica*, a alternativa

Toxoplasma gondii, é realizada por um mosquito do

CORRETA é:

gênero *Anopheles*, conhecido popularmente como

A) Pode ser transmitida ao homem através de cistos.

mosqu
prego.

B) Apresenta reprodução sexuada no hospedeiro

definitivo. 32. A malária é transmitida por um mosquito do
gênero

C) O homem pode se infectar através da ingestão de *Lutzomyia*
(flebótomo), denominado popularmente

água e alimentos contaminados com ovos.

mosqu
palha.

D) Pode apresentar reprodução assexuada no vetor.

E) O trofozoíto é uma forma de resistência do Dê como resposta a soma dos números das alternativas

parasita. **CORRETA(S)**

09. Soma: () (UFMG)

11. (UFMA) Assinale a alternativa em que todas as doenças

são causadas por protozoários.

A) Malária – doença de Chagas – leishmaniose –

amebí

O vetor da leishmaniose e o agente patogênico dessa



endemia, encontrado no hospedeiro vertebrado, B) Malária – doença de Chagas – peste bubônica –



estão indicados pelos números amebíase.



A) 1 e 3.



C) Malária – febre amarela – doença de Chagas –



B) 1 e 5.



amebíase



C) 2 e 3.



D) 2 e 4. D) Peste bubônica – doença de Chagas – febre amarela –



E) 3 e 5. amebíase.



•

■

■

■

■

■

•

■

■

■

■

■

•

■

■

■

■

■

•

■

■

■

■

■

..



..

..



..

..



..



..

..



..



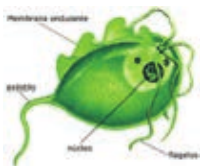
..



..







Protozoários e protozooses

12. (UnB-DF) O município de Bauru, no interior de São Paulo, **15.** (UFMG) Certa espécie de *Plasmodium* apresenta

registrou o primeiro caso de leishmaniose em cão. duas populações distintas de esporozoítos. Uma sofre

O médico veterinário que atendeu à ocorrência disse desenvolvimento imediato no fígado, produzindo

que se tratava de leishmaniose visceral (ref.1), doença merozoítos que invadem as hemácias. A outra população

considerada grave porque é transmissível para humanos e tem desenvolvimento retardado, logo após a invasão das

mata na maioria dos casos. O primeiro cão com a doença células do parênquima hepático pelos esporozoítos. Essas

foi sacrificado pelo veterinário. A suspeita que está sendo formas denominadas de “corpos x” ou hipnozoítos são

investigada é de um segundo cão que vivia no mesmo responsáveis pelas recaídas tardias.

quartirão. Se a doença for confirmada na sua forma I. Considerando as fases assexuada ou sexuada

mais grave, Bauru será a segunda região do estado a ter e eritrocítica ou exoeritrocítica do plasmódio,

o registro. O município de Araçatuba já sacrificou este **RESPONDA:**

ano 908 cães doentes. A cidade registrou no último mês

o primeiro caso no estado da doença em um ser humano. A) Em quais das fases citadas são encontrados os

“corpos x” ou hipnozoítos?

Bauru tem suspeita de leishmaniose visceral.

In: *Folha de S. Paulo*, 22 mai. 1999. (Adaptação). B) Em quais das fases citadas são encontrados os

esquizontes?

A partir do texto anterior, julgue os itens a seguir.

() O adjetivo “visceral” (ref.1) é derivado do substantivo II. Os oocistos dão origem, por esporogonia, aos

víscera que, anatomicamente, é qualquer órgão

alojado na cavidade craniana, torácica ou abdominal. III. **ESCREVA**, de acordo com as regras de nomenclatura,

() No ciclo da *Leishmania*, existem dois hospedeiros, o nome de uma espécie em que ocorre a fecundação

um deles vertebrado e o outro invertebrado. dos gametas de um dos agentes etiológicos da

() A incidência da leishmaniose no interior do estado malária.

de São Paulo indica que essa doença é decorrente IV. **CITE** uma maneira pela qual se pode interromper a

da expansão agroindustrial. transmissão da malária ao homem.

() Os cães portadores de leishmaniose devem ser

V. **CITE** uma causa da anemia observada na espécie

sacrificados, pois são vetores dessa doença.

13. (CEFET–2011) Das medidas citadas, aquela que representa

um possível combate contra a leishmaniose é a(o) **SEÇÃO**
ENEM

A) eliminação de barbeiros contaminados.

B) consumo de carne de porco bem passada.

C) saneamento básico em regiões endêmicas. **01.** (Enem–2003) A malária é uma doença típica de regiões

D) vacinação em massa da população humana. tropicais. De acordo com dados do Ministério da Saúde,

no final do século XX, foram registrados mais de 600

E) uso de coleiras especiais contra mosquitos em cães.

mil casos de malária no Brasil, 99% dos quais na

14. região amazônica. (Unicamp-SP) *Com 12 mil habitantes e arrecadação*

mensal de R\$120 mil, Gouveia, no Alto Jequitinhonha, Os altos índices de malária nessa região podem ser

norte mineiro, tornou-se referência nacional em saúde explicados por várias razões, entre as quais:

pública [...]. Até 1979, 42% das casas de Gouveia tinham

A) As características genéticas das populações locais

barbeiro [...] e 22% dos moradores estavam doentes.

facilitam a transmissão e dificultam o tratamento da

Em 1995, a Prefeitura anunciou que não houve nenhum

novo caso de doença de Chagas, graças, sobretudo,

à água potável e à rede de esgoto. B) A falta de saneamento básico propicia o desenvolvimento

do mosquito transmissor da malária nos esgotos não

“Cidade com pouco recurso é modelo de saúde em MG”,

Ecologia e Desenvolvimento n. 59, 1996. Adaptação.
tratados.

C) A inexistência de predadores capazes de eliminar o

A) A erradicação da doença de Chagas em Gouveia não

causador e o transmissor em seus focos impede o

pode ser atribuída às causas apontadas pelo artigo.

INDIQUE uma forma eficaz de combate a essa controle da doença.
doença que possa ter sido utilizada nesse caso. D) A temperatura
elevada e os altos índices de chuva

B) Qual o mecanismo natural de transmissão da doença na floresta
equatorial favorecem a proliferação do

de Chagas para o ser humano? mosquito transmissor.

C) **CITE** duas doenças parasitárias cuja incidência possa E) O Brasil
é o único país do mundo que não implementou

ter diminuído como consequência da melhoria nas medidas concretas
para interromper sua transmissão

redes de água e esgoto. em núcleos urbanos.

Editora Bernoulli 69

Frente C Módulo 06

02. (Enem–1998) Em uma aula de Biologia, o seguinte texto

Propostos é apresentado:

Lagoa Azul está doente 01. A

Os vereadores da pequena cidade de Lagoa Azul estavam 02. B
discutindo a situação da saúde no Município. A situação
era mais grave com relação a três doenças: doença 03. B
de Chagas, esquistossomose e ascaridíase (lombriga). 04. B
Na tentativa de prevenir novos casos, foram apresentadas
várias propostas: 05. B

Proposta 1: Promover uma campanha de vacinação. 06. B

Proposta 2: Promover uma campanha de educação da 07. E
população em relação a noções básicas de higiene, 08. A
incluindo fervura de água.

09.
A

Proposta 3: Construir rede de saneamento básico.

10.
Soma
=
11

Proposta 4: Melhorar as condições de edificação das
moradias e estimular o uso de telas nas portas e janelas 11. A

e mosquiteiros de filó. 12. V V F F

Proposta 5: Realizar campanha de esclarecimento sobre 13. E
os perigos de banhos nas lagoas.

14. A) Pode ter sido feito uso de inseticidas para

Proposta 6: Aconselhar o uso controlado de inseticidas.

combater os “barbeiros” transmissores da

Proposta 7: Drenar e aterrar as lagoas do município. doença de
Chagas.

Você sabe que a doença de Chagas é causada por um B) A
transmissão se dá pelo contato, no local da

protozoário (*Trypanosoma cruzi*) transmitido por meio da picada,
com fezes de “barbeiros” contaminadas

picada de insetos hematófagos (barbeiros). Das medidas com o
Trypanosoma cruzi.

propostas no texto “Lagoa Azul está doente”, as mais

C) Amebíase, giardíase, febre tifoide, disenterias

efetivas na prevenção dessa doença são

bacterianas e cólera, entre outras.

A) 1 e 2.

15. I. A) São encontradas na fase assexuada e na

B) 3 e 5.

fase exoeritrocítica.

C) 4 e 6.

D) 1 e 3. B) Na fase assexuada e fases exoeritrocítica

e eritrocítica.

E) 2 e 3.

II. Esporozoítos.

GABARITO III. *Anopheles darlingi*.

IV. Deve-se combater os mosquitos vetores

Fixação (mosquitos anofelinos).

V. A anemia ocorre devido à destruição (lise) de

01. E

grande número de hemácias.

02. B Seção Enem 03. E

04. A 01. D

05. D 02. C

Denomina-se micologia o estudo dos fungos.
Durante Em certos tipos de fungos, o micélio se organiza formando

muito tempo, foram classificados como vegetais aclorofilados, um talo ou corpo de frutificação de morfologia variada que

posteriormente, foram incluídos no reino Protista. cresce e aflora à superfície do solo ou de um tronco podre.

Nos sistemas mais modernos de classificação, formam um Esse corpo de frutificação, quando presente, desenvolve-se

reino só deles: o reino Fungi. a partir de um vasto micélio subterrâneo.



CARACTERÍSTICAS GERAIS



Os fungos ou micófitos são seres unicelulares ou



pluricelulares, eucariontes, heterótrofos, aeróbios ou Célula



anaeróbios, encontrados nos mais variados ambientes, Fungo Micélio Hifa preferencialmente os úmidos e ricos em matéria orgânica. De morfologia e tamanhos variados, esses seres apresentam



desde espécies microscópicas, como as leveduras Corpo de unicelulares, até espécies macroscópicas, como os frutificação



champignons (cogumelos comestíveis). Corpo de



Os pluricelulares são filamentosos, isto é, as células se frutificação



Corpo
de



organizam formando filamentos denominados hifas que frutificação podem ser asseptadas ou septadas. em formação



- **Hifas asseptadas ou cenocíticas:** não possuem



septos transversais. Nesse caso, as hifas apresentam



vários núcleos haploides dispersos em uma massa



citoplasmática comum. Micélio



subterrâneo



- **Hifas septadas:** apresentam septos ou paredes

transversais, separando as células. Nesse caso,

A parede celular das células dos fungos é rígida, sendo

as células podem apresentar um ou dois núcleos
constituída basicamente por quitina, um
polissacarídeo

haploides.

nitrogenado que também é encontrado no
exoesqueleto

dos animais artrópodes. Os fungos não têm celulose na
sua

Septo parede celular, exceto alguns fungos aquáticos.

Não armazenam amido como substância de reserva.

À semelhança do que ocorre nos animais, os fungos

armazenam glicogênio em suas células.

São seres aclorofilados, heterótrofos. Muitos são
saprófagos

e crescem sobre os mais variados substratos orgânicos,
como

restos de vegetais em apodrecimento, animais mortos,
fezes,

etc., promovendo a decomposição desses organismos.
Tais

fungos realizam digestão extracorpórea, liberando
enzimas

a b c que digerem o substrato orgânico e absorvem,
em seguida,

as substâncias provenientes da digestão. Algumas
espécies

com células mononucleadas ou hifa unicariótica; c. Hifa septada com estes relações de mutualismo ou de parasitismo. com células binucleadas ou hifa dicariótica.
Tipos de hifas – a. Hifa asseptada ou cenocítica; b. Hifa septada de fungos vivem associadas a outros seres vivos, mantendo

Existem ainda poucas espécies que são predadoras de

O conjunto de hifas de um fungo recebe o nome de micélio. pequenos animais, geralmente, vermes nematódeos

No micélio, existem hifas vegetativas, encarregadas da

encontrados no solo e em raízes apodrecidas. Nessas raras

nutrição, e hifas reprodutoras, especializadas na reprodução. espécies predadoras, um dos mecanismos de captura do

Editora Bernoulli 71

Frente C Módulo 07

alimento consiste na produção de uma substância viscosa Aplanósporos sobre a superfície das hifas, à qual ficam presos pequenos

vermes. A seguir, o fungo emite hifas que penetram no corpo

do verme e absorvem os seus tecidos, conforme ilustrado

na figura a seguir:

Nematoda Esporângios



Rizoides



absorventes

Rhizopus (bolor preto de pão), um fungo terrestre – Esse

fungo possui hifas especiais, denominadas rizoides, que penetram

no substrato, participando do processo de absorção de alimentos.

Anel constritor • Conidiósporos –
Também sem mobilidade própria,

Hifa assimilativa Hifa menores do que os
aplanósporos e produzidos em vegetativa
sendo transportados pelo vento, os
conidiósporos são

filas, na extremidade das hifas.

Nematoda capturado por fungo. Observe a presença de hifas

no interior do corpo do nematoda, absorvendo seus tecidos.

Acredita-se que os fungos tenham evoluído a partir
de

algas, tendo, no entanto, perdido a condição autótrofa.



Conidiósporos



A reprodução pode ser assexuada ou sexuada e, quase



sempre, envolve a participação de esporos. *Penicillium*



Os esporos dos fungos são células haploides que,



- **Ascósporos** – Geralmente em número de oito,



ao germinarem, dão origem a um indivíduo haploide. No quadro a



os ascóporos são formados no interior de uma



seguir, estão os principais tipos de esporos formados pelos fungos. estrutura denominada asco.



Tipos de esporos Asco Ascósporos



No processo de formação, não No processo de



ocorre meiose, apenas mitose. formação, ocorre meiose.



Zoósporos Ascósporos



Aplanósporos Basidiósporos



Conidiósporos



- **Zoósporos** – Dotados de flagelos, os zoósporos são



esporos móveis encontrados em fungos aquáticos Ascósporos e formados no interior de estruturas especiais (n) denominadas zoosporângios. Asco jovem



($2n$)



Formação do

Hifa zoosporângio

cenocítica Liberação dos Cariogamia d zoósporos a b c
Mitose

Meiose

R!

Achiya, um fungo aquático **Formação dos ascósporos** –
As hifas responsáveis pela

formação dos ascósporos são do tipo dicarióticas. Inicialmente,

nessas hifas ocorre a fusão dos dois núcleos haploides (n),

zoósporo Zoósporo livre *diploide sofre uma meiose, formando*
quatro núcleos haploides. natante Germinação do originando um
núcleo diploide (2n). Em seguida, esse núcleo



Esses quatro núcleos haploides sofrem mitose, originando dentro

do asco oito ascósporos haploides.

• **Aplanósporos** – Sem mobilidade própria, esse tipo

de esporo é transportado pelo vento e produzido no *meiose*, com 4 núcleos haploides; **d** - Após mitose, 8 ascósporos **a** - Fusão de núcleos haploides; **b** - Núcleo diploide; **c** - Final da



interior de estruturas denominadas

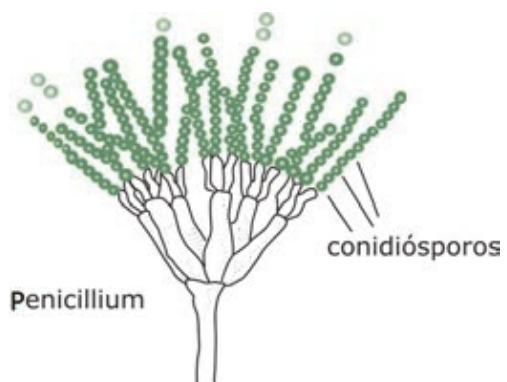
esporângios. *no interior do asco*



72 Coleção Estudo







██████████

██████

██











1



1

1







I



I

II

II



II

■

|

■

■

|

■

■

■

■

■

■

■

■



|





"

|

■

|

|

—

|

■

■

■

■

■

■



Fungos

- **Basidiósporos** – Em número de quatro, os **II)**
Eumycota – Os eumicetos ou fungos verdadeiros

basidiósporos são formados numa célula fértil
podem ser distribuídos em quatro grupos:

claviforme, denominada basídio e localizada na **A)**
Zigomicetos (Ficomícetos) – Possuem extremidade
de uma hifa. hifas cenocíticas, isto é, hifas asseptadas.

Podem ser aquáticos ou terrestres. Nesse

grupo, a reprodução envolve processos

sexuados e assexuados. Nos aquáticos,

a reprodução envolve a formação de zoósporos,

enquanto nos terrestres os esporos são do tipo

1 aplanósporos.

2

3 Algumas espécies são responsáveis pelo mofo

4

ou bolor de muitos alimentos. Entre elas,
destaca-se o *Rhizopus stolonifer*, mais conhecido

5

por mofo ou bolor negro do pão.

Basídio

Basidiocarpo Basidiósporos

Esporangióforo

Formação dos basidiósporos –

1. No basídio, ocorre a cariogamia (fusão dos núcleos).

BIOLOGIA

2. Formação de um núcleo diploide ($2n$).

Rizoides

3. Por meiose, o núcleo diploide dá origem a quatro núcleos
haploides (n).

4 e 5. Cada núcleo haploide, assim formado, dará origem a um esporo (basidiósporo).

CLASSIFICAÇÃO DOS FUNGOS

Rhizopus stolonifer (bolor preto do pão)

B) Ascomicetos (Ascomycota) – Fungos unicelulares

ou filamentosos com hifas septadas, suas espécies

O reino Fungi pode ser subdividido em Mixomycota e mais simples estão representadas pelas leveduras

Eumycota. (lêvedos), como o *Saccharomyces cerevisiae*, também conhecido por levedura da cerveja.

I) Mixomycota – Os fungos mixomicetos têm aspecto Essas leveduras são organismos unicelulares

gelatinoso (fungos gelatinosos) e, às vezes, são haploides (n) ou diploides (2n). Quando haploides, intensamente coloridos. Não possuem parede e produzem - se asexuadamente por celular e, em determinado estágio de sua vida, brotamento. Quando diploides, também podem são constituídos por uma massa citoplasmática reproduzir-se por brotamento, mas, em certas multinucleada do tipo plasmódio. São, portanto, ocasiões, podem formar ascósporos e se reproduzir sexuadamente.

fungos cenocíticos, sem hifas. Em outras fases de sua

vida, lembram protozoários flagelados e ameboides Os ascomicetos pluricelulares possuem

(amebas). Vivem em matas úmidas e sombreadas, hifas septadas. Algumas hifas especiais se

diferenciam, assumindo uma forma de saco,

sobre folhas caídas e troncos apodrecidos.

Muitos

conhecido por asco, em cujo interior são

autores os incluem no reino Protista, por sua

produzidos os ascósporos. O conjunto dos ascos

semelhança, em certa fase da vida, com as amebas de um micélio recebe o nome de ascocarpo

e os protozoários flagelados. (ascoma), que é um corpo de frutificação.

Editora Bernoulli 73

Frente C Módulo 07

Claviceps purpurea

Ascoma em

corte longitudinal

Claviceps purpurea, *fungo do qual se extrai o LSD. Notar o*

No grupo dos ascomicetos, existem espécies que, além dos ascósporos, também produzem *micélio do fungo crescendo sobre o grão de cereal.*

conidiósporos. Isso acontece, por exemplo, **C) Basidiomicetos** – Formam o grupo mais com as espécies dos gêneros *Penicillium* e

evoluído de fungos. Acredita-se que tenham se *Aspergillus.*

originado dos ascomicetos. Os cogumelos e as orelhas-de-pau são os seus representantes mais

Espero conhecidos.

Espero

Os basidiomicetos são fungos filamentosos com hifas septadas. No micélio, a parte vegetativa geralmente é subterrânea, estendendo-se, muitas vezes, por vários metros abaixo do solo. Desse micélio subterrâneo, emerge um corpo de frutificação denominado basidiocarpo,

Hifa constituído pelo estipe (pé) e pelo píleo (chapéu).
Hifa

No seu “chapéu”, o basidiocarpo contém

Aspergillus inúmeras hifas de reprodução
denominadas *Penicillium*

basídios, onde são produzidos esporos,

Aspergillus e Penicillium, ascomicetos que também
os basidiósporos. *produzem conidiósporos* – No gênero
Penicillium, encontram-se

espécies produtoras de antibióticos, como o Penicillium
notatum Chapéu (píleo) (*produtor do antibiótico penicilina*) e
espécies utilizadas na fabricação de queijos famosos, como o Penicillium
roquefortii Basídio com 4

e o *Penicillium camembertii*, utilizados, respectivamente,
basidiósporos

na fabricação dos queijos “Roquefort” e “Camembert”.

Anel

No gênero *Aspergillus*, estão algumas espécies que produzem
bolors marrons ou verde-azulados, comuns no pão, nas frutas

e em outros alimentos. Também estão espécies que
provocam Estipe frutificação Corpo de doenças graves
no homem, como o *Aspergillus fumigans*, que (pé)
Basidiocarpo causa a aspergilose pulmonar,
determinando, muitas vezes, Esporos quadros pulmonares
bastante sérios.

Também no grupo dos ascomicetos
encontra-se Bulbo

basal

a espécie *Claviceps purpurea*, que cresce
sobre

os grãos de centeio e elabora uma
substância



Micélio

denominada ergotamina, da qual se extrai
subterrâneo o LSD (do inglês *lysergic sour
diethylamide*,

dietilamida do ácido lisérgico), um
poderoso

alucinógeno.

Fungos

Ao se destacarem do basídio, os basidiósporos •
Psilocybe mexicana – Essa espécie é produtora

são disseminados pelo vento e, ao caírem de uma
substância alucinógena, a psilocibina ou

num meio que lhes seja favorável,
germinam psilocibin.

e originam hifas septadas monocarióticas. • *Polyporus*
sp – Popularmente, são conhecidos Da fusão de duas
hifas monocarióticas, surge por “orelhas-de-pau”. Seus
micélios vegetativos

uma hifa dicariótica, que, desenvolvendo-se, crescem
no interior de troncos podres. O corpo
origina um novo micélio. Para melhor exemplificar de
frutificação se apresenta sob a forma de

o ciclo de vida de um basidiomiceto, vamos
grossas lâminas semicirculares. considerar o
ciclo dos representantes do

D) Deuteromicetos – Os deuteromicetos ou
gênero *Agaricus* que está esquematizado

“fungos imperfeitos” são aqueles de que
a seguir:

não se conhecem modalidades sexuadas de

Linhagem (+) reprodução. Muitos fungos foram

inicialmente

4 Basidiósporos classificados como deuteromicetos, mas, ao

haploides Germinação Fusão das hifas serem descobertos processos sexuais durante (plasmogamia) Micélio primário sua reprodução, foram reclassificados e incluídos

em outros grupos. Nesse grupo, são encontradas

Linhagem (-) diversas espécies patogênicas para o homem.

Basídio com Entre elas, destacam-se a *Candida albicans*,

núcleo zigótico responsável pela candidíase bucal (“sapinho”)

Meiose e pela candidíase vaginal (vulvovaginite com Basídio jovem

com 2 núcleos corrimento esbranquiçado).

Cariogamia Hifas dicarióticas
UTILIDADES E NOCIVIDADES _{(n}
+ n) (Micélio secundário)

DOS FUNGOS

Ciclo de vida de um Basidiomiceto – No basidiocarpo,

BIOLOGIA

No grande reino dos fungos, muitas espécies se destacam

os basídios, localizados na face inferior do “chapéu”, formam

pelas utilidades que trazem ao homem e ao meio ambiente.

os basidiósporos, que, ao se destacarem e caírem num solo

Por outro lado, algumas espécies também se destacam por

rico em substâncias orgânicas, originam micélios subterrâneos

serem prejudiciais ao homem, a outros animais e às plantas.

constituídos por hifas septadas monocarióticas. Da fusão de

duas hifas pertencentes a micélios diferentes (heterotalismo),

Utilidades *surgem hifas dicarióticas. Essa fusão de duas hifas tem o nome*

de plasmogamia. Do micélio subterrâneo, constituído por hifas

- Atuam como decompositores, tendo, portanto, dicarióticas, emerge o basidiocarpo (corpo de frutificação). Em

papel importante na reciclagem da matéria nos hifas especiais desse basidocarpo, isto é, nos basídios, os dois

ecossistemas e no enriquecimento do meio

núcleos haploides se unem (cariogamia), formando um núcleo

abiótico com nutrientes minerais, indispensáveis ao
diploide ($2n$), que, sofrendo meiose, dará origem a quatro

desenvolvimento dos produtores.

basidiósporos haploides (n).

- Alguns vivem associados com raízes de plantas

Entre as muitas espécies de basidiomicetos, formando
as micorrizas, relação em que há uma

destacam-se: troca mútua de benefícios. As raízes das
plantas

absorvem parte dos nutrientes minerais provenientes

- *Agaricus campestris* – Espécie comestível, da
degradação dos restos de matéria orgânica do

conhecida também por *champignon*. É rica solo
realizada pelos fungos e, em troca, as plantas

em proteínas, vitaminas do complexo B e sais cedem
açúcares produzidos pela fotossíntese para os

minerais, contendo fósforo e potássio. fungos. Esse
tipo de associação tem uma importância

relevante na agricultura, uma vez que disponibiliza

- *Amanita muscaria* – Cogumelo venenoso que, mais
nutrientes minerais para o desenvolvimento das

quando ingerido, causa distúrbios hepáticos
e plantas cultivadas.

Frente C Módulo 07

- Muitas espécies são utilizadas na alimentação, como
- Muitas espécies são agentes etiológicos de várias doenças

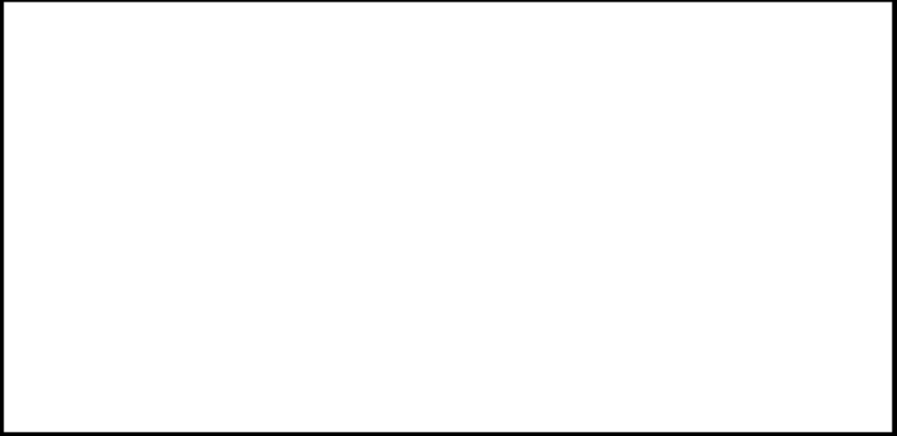
acontece com o basidiomiceto *Agaricus campestris* que acometem o homem e outros animais. Essas doenças

(*champignon*) e o ascomiceto *Morchella esculenta*. causadas por fungos são chamadas genericamente de

- Muitas espécies fermentadoras são utilizadas em
- Micoses. Veja no quadro a seguir alguns exemplos de

industrialmente na produção de certos tipos de micoses que acometem a espécie humana:

queijos (Camembert, Roquefort, Gorgonzola)



e bebidas alcoólicas (cervejas, vinhos). Certas

MICOSES E FUNGOS CAUSADORES

leveduras, conhecidas também por fermentos

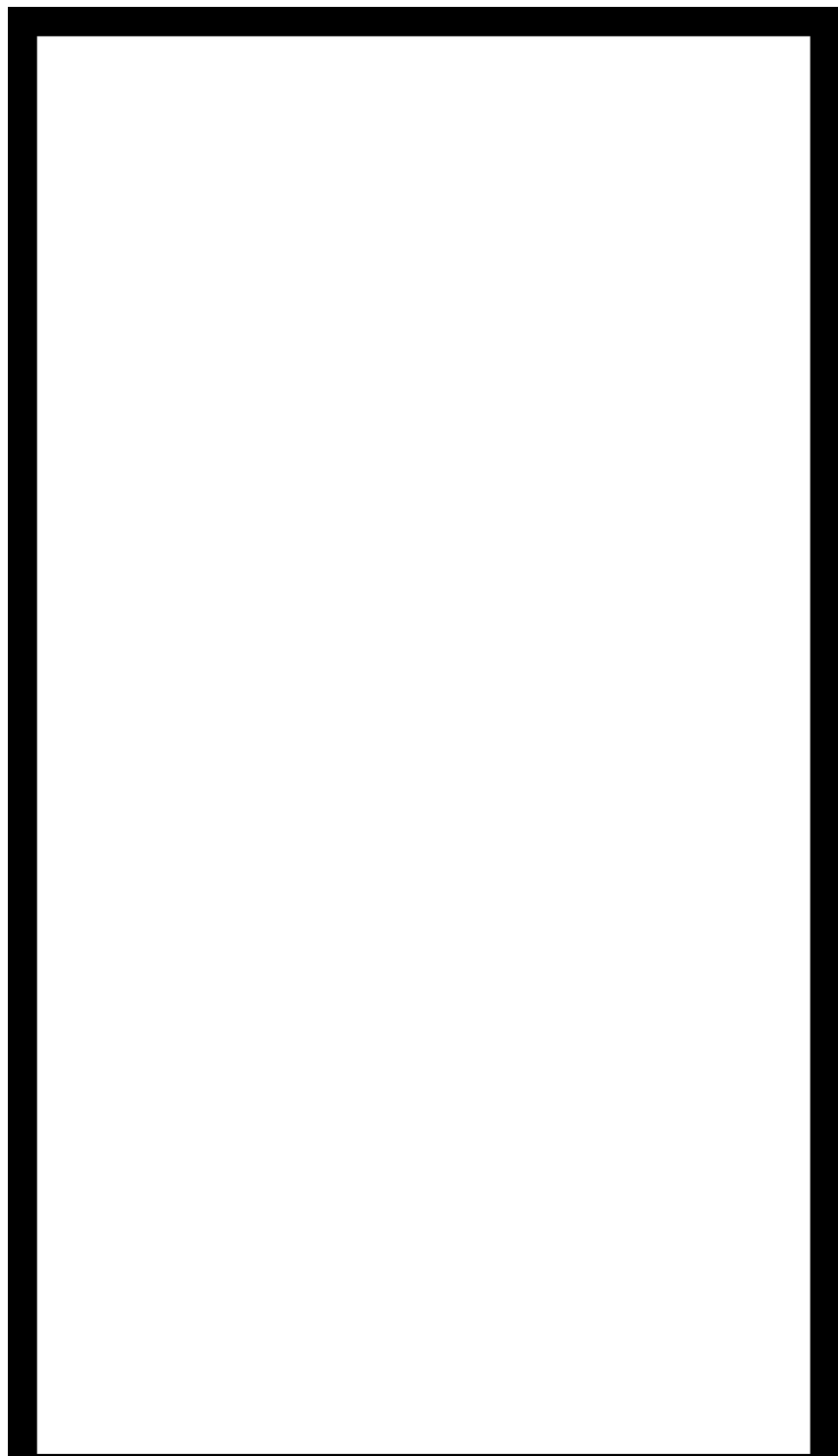
biológicos, são utilizadas na fabricação de pães, bolos Sapinho (candidíase) – *Candida albicans* e biscoitos.

Frieira (pé de atleta, *Tinea pedis*) – *Trichophyton purpureum*

- Algumas espécies servem como matéria-prima para a Pelada (quebra dos pelos) – *Piedraia hortai*

extração de drogas de interesse médico-farmacêutico. Aspergilose pulmonar – *Aspergillus fumigatus*

É o caso, por exemplo, dos fungos utilizados na Micose da pele – *Epidermophyton floccosum* fabricação de antibióticos.



- Muitas espécies se constituem ótimo material

para estudo do código genético, ação gênica e

LEITURA COMPLEMENTAR

recombinação genética, e, por isso, são muito

utilizadas em Genética, Citologia e Bioquímica.

Os Líquens

Os líquens ou líquenes são associações do tipo mutualismo

Nocividades entre fungos e cianobactérias ou entre fungos e algas. Assim, distinguimos nessa associação o micobionte (o fungo) e o

- Algumas espécies produzem toxinas prejudiciais ficobionte (a alga). Os fungos presentes nos líquens, geralmente,

ao nosso metabolismo e, por isso, tornam-se são ascomicetos, enquanto as algas estão representadas pelas

venenosas quando ingeridas, causando distúrbios clorofíceas. As hifas dos fungos revestem e protegem as

hepáticos e intestinais. As aflatoxinas, por exemplo, gonídias (células das algas), formando com elas um conjunto

tão homogêneo e harmonioso que dá ao líquen o aspecto de um

são produzidas por diversos fungos, em especial

organismo único. Além de dar proteção às células das algas, os

o *Aspergillus flavus*. Esse fungo é um bolor que fungos fornecem água e minerais para que elas, por meio da

ataca as sementes de muitas leguminosas

(feijão, nutrição autótrofa, possam fabricar alimentos. Parte do alimento

soja, amendoim) e gramíneas (milho, arroz, trigo). fabricado pelas algas é, então, fornecido aos fungos.

As sementes emboloradas usadas na produção de

ração animal têm causado graves intoxicações, lesões

Cladonia

hepáticas e até a morte dos mais variados animais,

Parmelia

como aves, porcos e bezerros.

- Algumas espécies produzem substâncias alucinógenas,

como a ergotamina (substância da qual se sintetiza o

LSD) fabricada pelo ascomiceto *Claviceps purpurea*. *Usnea*

- Muitas formas de alergias que afetam o sistema respiratório são provocadas por esporos de fungos

existentes na poeira, especialmente os dos gêneros *sobre tronco de árvores, superfícies de rochas, etc.,*

Penicillium e Aspergillus. e apresentam diversos aspectos macroscópicos, conforme

*mostra
a figura
anterior.*

- Muitas espécies parasitam plantas, causando

doenças conhecidas genericamente por fitomicoses, A reprodução dos líquens comumente envolve fragmentos

denominados sorédios. Cada sorédio é formado por grupos de que trazem muitas vezes grandes prejuízos às

algas envoltas por algumas hifas de fungos. Tais fragmentos plantações. Entre essas fitomicoses, pode-se citar

são dispersos pelo vento e, caindo em um substrato favorável, a ferrugem do café, o cancro da maçã e a podridão originam novos líquens. da batata.

Hifa

Gonídia

1

2

Sorédios – A reprodução dos líquens se faz por meio de sorédios, minúsculas estruturas, quase microscópicas, contendo algumas hifas e algumas gonídias, que são transportados pelo vento, que age, portanto, como veículo de dispersão dos líquens.

Os líquens são ótimos indicadores dos níveis de poluição

atmosférica, especialmente pelo SO₂. Assim, a presença de líquens 4 sugere baixo índice de poluição, enquanto o desaparecimento 3 sugere agravamento da poluição ambiental.

A) 1 - Ascomiceto;

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 2 -

Basidiomiceto;

3 - Ascomiceto;

01. (UNEB-BA) Qual dos seguintes termos jamais pode ser 4 - Ficomiceto.

usado com referência a um fungo? B) 1 - Ascomiceto;

A) Simbionte 2 - Ascomiceto;

B) Consumidor 3 - Deuteromiceto; **BIOLOGIA**

C) Decompositor 4 - Basidiomiceto.

D) Parasita C) 1 - Ficomiceto;

E) Produtor 2 - Basidiomiceto;

3 - Ascomiceto ;

02. 4 - Líquen. (UFRN) Uma das doenças do algodoeiro é provocada pelo

acúmulo de micélios e esporos de um fungo do gênero D) 1 - Ascomiceto;

Fusarium no interior dos vasos da planta, prejudicando 2 - Ficomiceto;

o fluxo de seiva. Para o fungo, essas estruturas são

3 - Deuteromiceto;

importantes, pois estão relacionadas, respectivamente, com

4 - Basidiomiceto.

A) fixação e digestão.

E)
N.d.a.

B) crescimento e reprodução.

C) dispersão e toxicidade. **05.** (UFPR) Fazendo-se um corte do talo de um líquen e

observando-o sob o microscópio, consegue-se reconhecer

D) armazenamento e respiração.

pequenas formações verdes arredondadas. Nos itens a seguir, essas formações são interpretadas como

03. (UFMG) Todas as alternativas apresentam atividades que

A) esporos da alga, que o fungo não conseguiu digerir.

alguns fungos podem realizar, **EXCETO**

B) algas, componentes normais do líquen.

A) produzir álcool na indústria.

C) os esporos do fungo, produzidos normalmente.

B) produzir antibióticos para controle de doenças.

D) cloroplastos, ingeridos pelo fungo, do vegetal

C) produzir enzimas para controle biológico.

parasitado.

D) produzir glicose para obtenção de energia. E) gotas de pigmento, resultante da digestão da alga

E) promover decomposição de matéria orgânica. cativada pelo fungo.

Editora Bernoulli **77**

Frente C Módulo 07

EXERCÍCIOS PROPOSTOS **04.** (UFMG)

Observe a figura.

01. (PUC Minas–2006) Os fungos, popularmente conhecidos

por bolores, mofos, fermentos, lêvedos, orelhas-de-pau, trufas e cogumelos-de-chapéu, apresentam grande variedade de vida. É correto afirmar sobre os fungos,

EXCETO

A) são organismos pioneiros na síntese de matéria orgânica para os demais elementos da cadeia



alimentar.

B) os saprófitas são responsáveis por grande parte da degradação da matéria orgânica, propiciando a reciclagem de nutrientes.

C) podem provocar nos homens micoses na pele, no couro cabeludo, na barba, na unhas e nos pés. Todas as alternativas apresentam substâncias que

D) podem participar de interações mutualísticas como podem ser encontradas na estrutura indicada pela seta,

as que ocorrem nas micorrizas e nos líquens. **EXCETO**

02. A) amido. (PUC Minas) Os fungos apresentam importância variada

B)
glicogênio

em muitos aspectos. São atividades dos fungos,

EXCETO C) proteínas.

A) provocar doenças em plantas e animais. D) sais minerais.

B) causar difteria no homem.

C) produzir antibióticos usados no tratamento de certas **05.** (UFMG) Casacos de lã, sapatos de couro e cintos de doenças.

algodão guardados por algum tempo em armário podem

D) ser utilizados na produção de alimentos. ficar mofados, pois os fungos necessitam de

E) participar de processos de decomposição junto com A) algas simbióticas para digerir o couro, a lã e o bactérias. algodão.

03. B) baixa luminosidade para realizar fotossíntese. (UFMG)
Observe as figuras:

C) baixa umidade para se reproduzirem.

D) substrato orgânico para o desenvolvimento

adequa

500x

06. (UFJF-MG) Os fungos são organismos de grande importância para o equilíbrio ambiental, por serem

Figura 01 Figura 02 decompositores. Sobre os fungos, é **CORRETO** afirmar

que

A) formam as micorrizas em associação simbiótica

com as cianofíceas, também conhecidas como

cianob

A estrutura indicada na figura 2 possui a função de B) reproduzem-se assexuadamente por hifas flageladas.

A) fotossíntese. C) armazenam glicogênio e apresentam a parede celular

constituída por quitina.

B) nutrição.

D) são heterótrofos por absorção e apresentam digestão

C) reprodução.

intraco

D) respiração. E) reproduzem-se sexuadamente através de sorédios

E) sustentação. haploides.

78 Coleção Estudo

Fungos

07. (VUNESP-SP) A parte comestível do cogumelo **09.** (PUC Minas) O desenho a seguir representa o ciclo de

(*champignon*) corresponde ao produção de um fungo:

6

A) micélio monocariótico do ascomiceto.

5

B) corpo de frutificação do ascomiceto.

C) micélio monocariótico do basidiomiceto.

4

D) corpo de frutificação do basidiomiceto.

E) sorédio do fungo.

3

08. (UFPE-2009) Os fungos têm grande importância na

8

agricultura, na indústria e na medicina. Sobre essa 2

questão, assinale como **VERDADEIRO (V)** ou **FALSO (F)** o que é afirmado a seguir.

De acordo com a numeração indicada, é **CORRETO**

afirmar
que

() Sua importância para a agricultura é reconhecida

A) 6 representa hifas diploides.

devido às doenças causadas em plantas cultivadas,

B) 8 representa hifas cenocíticas.

por exemplo milho, feijão, batata, café e algodão. C) 4
representa um basídio.

Além disso, os fungos causam prejuízos na conservação D)
2 representa um gametângio.

de sementes, por exemplo *Aspergillus flavus*, que E) de 5
para 6 ocorre a meiose.

produz potentes toxinas que podem causar lesões hepáticas graves. **10.** (PUC-PR-2011) Os líquenes estão entre os primeiros seres

a ocuparem novas superfícies por serem nutricionalmente

BIOLOGIA

autossuficientes. Isso se deve, entre outras causas,

() Os fungos também são aliados dos interesses

ao fato de constituírem-se de uma associação entre humanos na agricultura. É o caso da associação de

A) bactérias aeróbias e fungos filamentosos com grande fungos com as raízes da planta hospedeira formando capacidade fotossintetizante.

micorrizas, em que os fungos obtêm nutrientes e B) cianobactérias ou algas verdes e fungos com grande

aumentam a capacidade de absorção de sais minerais capacidade de absorção de água e de sais minerais.

do solo pelas raízes. C) algas e fungos com grande capacidade de absorção

de
CO

·
2

() Doenças causadas por fungos, que são chamadas D) algas verdes e cianobactérias que fazem fotossíntese.

micoses, ocorrem no homem; as mais comuns são E) protistas heterotróficos por absorção e protistas

o “sapinho”, ou a candidíase, causada pelo fungo autotróficos por fotossíntese.

Candida albicans, e a “frieira” ou pé de atleta,

11. (FCMMG) Esporos externos, produzidos em cadeia, provocada pelo fungo *Tinea pedis*. na extremidade das hifas de certos fungos, são

() Na fabricação do álcool e de bebidas alcoólicas, como A) zoósporos.

B) conidiósporos.

o vinho e a cerveja, é fundamental a participação dos

C) esporangiósporos.

fungos da espécie *Agaricus campestris*, que realizam

D) ascósporos.

fermentação alcoólica, convertendo açúcar em álcool

E) basidiósporos.

etílico.

12. (UFMG) É uma característica exclusiva dos fungos

() Os fungos são enquadrados num reino exclusivo: o fato de

o reino Fungi, devido às suas especificidades. Sua A) apresentarem glicogênio como produto de reserva.

reprodução normalmente envolve esporos, como B) possuírem quitina como revestimento.

ocorre entre algumas plantas; mas armazenam C) apresentarem micélio.

glicogênio e, como os animais, apresentam nutrição D) serem parasitas.

heterótrofa. E) possuírem esporos.

Frente C Módulo 07

13. (FUVEST-SP) O molho de soja mofado vem sendo **02.** A figura a seguir mostra os fungos no contexto evolutivo.

usado na China, há mais de 2 500 anos, no combate a Nutrição absorvativa, quitina

infecções de pele. Durante a Segunda Guerra Mundial, nas paredes celulares



prisioneiros russos das prisões alemãs, que aceitavam Fungos comer pão mofado, sofriam menos infecções de **Ancestral** pele que os demais prisioneiros, os quais recusavam Animais **comum** esse alimento.

Flagelo, se presente,

A) O que é o mofo? é único e posterior Coanoflagelados

protistas

B) Por que esses alimentos mofados podem combater as infecções de pele?

Embora muitas pessoas acreditem que uma salada

contendo cogumelos é um prato 100% vegetariano, a

14. (UFRJ) A produção de vinho é um dos exemplos mais análise das características genéticas dos fungos (grupo

antigos de biotecnologia. O livro do “Gênesis” já nos fala ao qual pertencem os cogumelos) mostra que esses seres

da embriaguez de Noé. Embora vários fatores devam vivos estão mais próximos evolutivamente dos animais

do
que
dos
vegetais.

ser levados em conta na produção de um bom vinho

Entre as características que identificam os fungos com
(como a cor, o aroma, o sabor, etc.), o processo depende,

os
animais
estão

essencialmente, da degradação do suco das uvas por

A) a nutrição autótrofa, a ausência de clorofila e o

leveduras anaeróbias facultativas, presentes na casca glicogênio como material de reserva.

do fruto. Na fermentação, nome dado a esse processo, B) a nutrição autótrofa, a presença de clorofila e o amido

o açúcar da uva é degradado a álcool etílico (etanol). como material de reserva.

EXPLIQUE por que se evita, na produção de vinho, o C) a nutrição heterótrofa, a ausência de clorofila e o

contato do suco de uva com o ar. glicogênio como material de reserva.

D) a nutrição heterótrofa, a ausência de clorofila e o

amido como material de reserva.

SEÇÃO ENEM E) a nutrição mixotrófica, ausência de clorofila e o glicogênio como material de reserva.

01. Considere que na fabricação de pão caseiro são utilizados

GABARITO

os seguintes ingredientes: farinha de trigo, leite, ovos,

manteiga, sal, açúcar e fermento biológico. A mistura

Fixação

desses ingredientes forma uma massa, da qual se

retira uma pequena amostra em forma de “bola” que é 01. E 02. B 03. D 04. A 05. B

mergulhada em um copo contendo água e que afunda.

Propostos

Após certo tempo, essa “bola” de massa sobe, conforme

mostram as ilustrações a seguir: 01. A 07. D

02. B 08. V V V F V 03. C 09. C 04. A 10. B 05. D 11. B 06. C 12. C 13. A) O mofo é um tipo de fungo.



B) Alguns fungos sintetizam e liberam substâncias

Sabendo-se que a subida da “bola” se deu devido a uma de ação antibiótica que impedem a proliferação

alteração da densidade e que essa alteração da densidade de bactérias, inclusive as que causam infecções

deve-se a um processo de fermentação com produção de pele.

de gás carbônico que, acumulando-se em cavidades no 14. Como o levedo é um organismo anaeróbio facultativo, a entrada de ar resulta na respiração interior da massa, faz a “bola” subir, é correto dizer que aeróbia, levando à produção de água e gás

a referida fermentação carbônico, sem a produção de álcool. Na ausência

A) não depende da existência de qualquer organismo vivo. do ar, a levedura obtém energia anaerobicamente,

através da fermentação alcoólica que produz,

B) é realizada por leveduras. e libera álcool etílico.

C) depende da presença de lactobacilos no leite.

Seção Enem

D) usa como substrato as proteínas dos ovos.

01.

B

02.

C

E) transforma a glicose da farinha de trigo em amido.

FRENTE Poríferos e celenterados 08

C

PORÍFEROS (ESPONGIÁRIOS, *Poríferos*

– Os óstios são poros menores que se distribuem por toda a superfície externa do corpo do animal e é por onde,

ESPONJAS) *constantemente, entra água proveniente do meio ambiente.*

Por isso, os óstios são também chamados de poros inalantes.

São metazoários (animais pluricelulares),
eucariontes, O ósculo é um poro maior, localizado no ápice do
corpo do

heterótrofos, assimétricos ou com simetria radial,
exclusivamente animal, por onde permanentemente sai água. É,
portanto, um

aquáticos. A maioria das 10 mil espécies é constituída
por

*poro
exalante.*

animais marinhos; cerca de 50 espécies vivem na água doce.

Não possuem uma verdadeira organização histológica, isto é, A água circula permanentemente pelo corpo dos poríferos,

não possuem tecidos bem definidos e, por isso, formam um entrando pelos óstios, passando pela espongiócele e saindo

sub-reino: o sub-reino Parazoa (parazoários).

pelo ósculo. Partículas de alimento (algas e protozoários



planctônicos) que entram junto com a água são apanhadas

e digeridas por células especiais, os coanócitos, existentes

nas paredes da espongiocele. Os poríferos, portanto, são

animais filtradores que retiram seus alimentos da corrente

de água que circula pelo interior de seu corpo. A água que

penetra pelos óstios traz nutrientes e oxigênio, e a água que

sai pelo ósculo se encarrega de levar os resíduos da digestão

e o gás carbônico produzido pelas células.



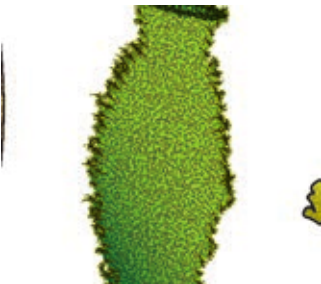
Morfologia dos poríferos – Quando adultos, são animais



sésseis (fixos) que vivem afixados sobre diferentes substratos A figura a seguir representa uma esponja simples, em



(rochas, conchas de moluscos, solo marinho) e apresentam



corte longitudinal, mostrando os diferentes tipos de células



morfologia variada (forma de vaso tubular, ramificada, globular),

com tamanho variando de alguns poucos milímetros até cerca encontradas no corpo desses animais. de 2 metros.

Podem ter diferentes colorações (cinzenta,

vermelha, amarela), embora também existam espécies

quase transparentes (de aspecto vítreo).

Possuem o corpo todo perfurado por poros, vindo
Ósculo

daí o nome do grupo: poríferos (do latim *poris*, poro;

phoros, possuir). Os poros são de dois tipos, óstios

e ósculo, e comunicam a superfície externa do corpo

com uma cavidade central, denominada átrio ou

Pinacócito

espongiocela (espongiocela). Coanócito

Mesênquima

Ósculos Espícula

Átrio

Óstio ou

Óstios

espongiocèle



Coanócitos Espícula



Espongiocèle Amebócito



Esponjas adultas



Editora Bernoulli 81

-

-

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■



■

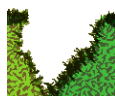


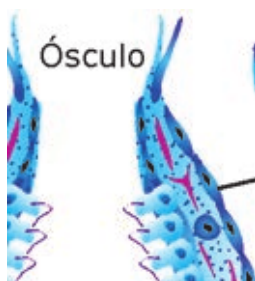
■

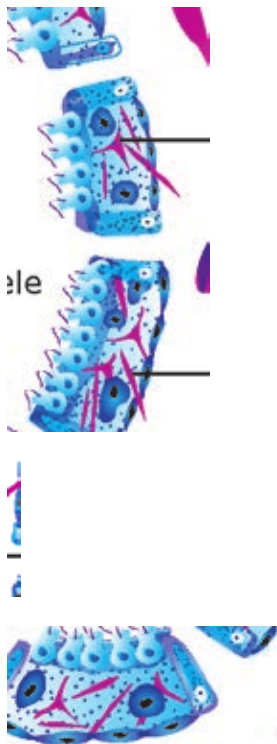
■

■









Frente C Módulo 08

Conforme mostra a figura anterior, encontramos nos A B C

poríferos os seguintes tipos de células:

- **Pinacócitos** – Células achatadas que formam o revestimento externo do corpo do animal.
- **Coanócitos** – Células flageladas que formam a parede interna, isto é, a parede que delimita a cavidade central (átrio ou espongiocelo).
São responsáveis pela captura e pela digestão

das

partículas de alimento que penetram pelos
óstios **A. Asconoide (Ascon)** – É o tipo mais simples e de
paredes

junto com a água. Os nutrientes resultantes
dessa mais finas. Nas esponjas desse tipo, os poros formam
canais inalantes não ramificados, que desembocam diretamente
no digestão difundem-se para as demais células
do átrio ou espongiocle. Os coanócitos não se situam nas
paredes corpo, e os resíduos não digeridos são
lançados no desses canais, e sim na parede que delimita a
espongiocle.

átrio e eliminados através do ósculo,
juntamente com **B. Siconoide (Sycon)** – Os canais
inalantes desembocam em

a água, garantindo, assim, uma contínua
circulação (espongiocle). Nesse tipo de esponja, apenas nas
paredes dos canais radiais existem coanócitos. **C. Leuconoide**
(**Leucon**) – a água que sai. Os batimentos dos
flagelos impelem canais radiais, os quais, por sua vez,
desembocam no átrio

interna da mesma. É o tipo mais complexo e de paredes
mais espessas. Os canais

• inalantes desembocam em câmaras, as câmaras vibráteis,
Amebócitos (arqueócitos) – Células móveis que
revestidas por coanócitos. Tais câmaras fazem comunicação com se
deslocam à custa de pseudópodos (movimentos o
átrio. Não existem coanócitos nas paredes dos canais.

ameboides). São encontradas no mesênquima,

uma camada gelatinosa localizada entre as paredes. Nos poríferos, não existe nenhum tipo de sistema,

externa e interna do corpo do animal. Além de realizar isto é, nesses animais, os sistemas digestório, respiratório,

a distribuição de nutrientes, os amebócitos também circulatório, excretor, nervoso, endócrino e reprodutor são

podem dar origem às outras células. inexistentes.

• **Porócitos** – Células que formam os poros da A d i g e s t ã o é a p e n a s i n t r a c e l u l a r, o c o r r e n d o,

superfície do corpo, isto é, os óstios. Cada poro é,

particularmente, nos coanócitos. A respiração é feita por

na realidade, um pequeno canal que passa no interior

de uma dessas células. difusão direta dos gases (O e CO) através da membrana 2 2

plasmática da células que se encontram em contato com a

• **Escleroblastos** – Células produtoras de espículas, água circulante. Não há sangue e nem sistema

circulatório.

estruturas pontiagudas constituídas de carbonato

de cálcio (CaCO_3) ou de óxido de silício (SiO_2). A excreção também se faz. A distribuição de substâncias pelo corpo do animal é feita

As espículas, juntamente com fibras proteicas de

espongina, formam a estrutura de sustentação por difusão direta, através da membrana plasmática das

do corpo, isto é, o esqueleto do porífero. células. Não há sistema nervoso nem órgãos sensoriais.

Essas células e as espículas que produzem também. A reprodução dos poríferos pode ser assexuada

são encontradas no mesênquima.

ou
sexuada.

- **Gametas** – São os espermatozoides e os óvulos, originários da diferenciação de amebócitos que ficam. A reprodução assexuada pode ser feita por brotamento dispersos pelo mesênquima. (gemiparidade), por regeneração e por gemulação.

- **Brotamento (Gemiparidade)** – Por mitoses

Escleroblastos sucessivas, surgem lateralmente no corpo do

animal pequenos brotos (gemas), que, por sua vez,

se desenvolvem e constituem novos indivíduos.

Coanócitos



Espícula



Amebócitos

■

Coanócitos, amebócitos e escleroblastos (células produtoras das espículas). Aparecimento do broto desprendido do indivíduo esponja broto unido

■

De acordo com o grau de complexidade, as esponjas *lhes deu origem, fixarem-se num substrato e constituir indivíduos* **Brotamento** – *Os brotos podem se destacar do indivíduo que*



são classificadas em três tipos: asconoide, siconoide e isolados ou, *então, podem permanecer unidos uns aos outros,*



leuconoide. *formando extensas colônias.*



82 Coleção Estudo





■

■

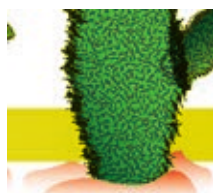


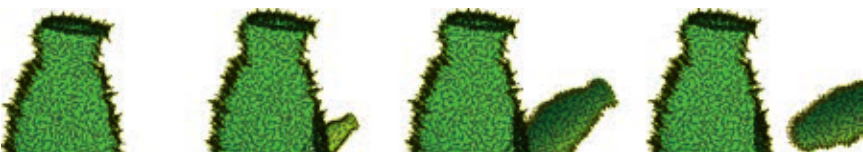
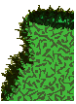
.

.









Poríferos e celenterados

• **Regeneração** – Os poríferos possuem elevada capacidade regenerativa. Assim, minúsculos que, ao se desenvolver, dá origem a uma larva ciliada, fragmentos de esponjas podem regenerar-se e a anfiblastula. Essa larva fixa-se a um substrato, desenvolve-se originar indivíduos inteiros. Quando, a partir de e dá origem a uma esponja adulta.

pequenos fragmentos eventualmente separados

As esponjas podem ser monoicas ou dioicas.

de uma esponja, formam-se, por regeneração, Nas espécies monoicas ou hermafroditas, o mesmo indivíduo, novas esponjas inteiras, pode-se dizer também que isto é, a mesma esponja forma gametas masculinos e houve uma reprodução por fragmentação. femininos, enquanto nas dioicas os sexos são separados

• **Gemulação** – Consiste na formação de estruturas (existem a esponja masculina, produtora apenas de denominadas gêmulas que, na realidade, são formas espermatozoides, e a esponja feminina, produtora apenas

de resistência constituídas por uma parede dura de óvulos).

de espículas justapostas, protegendo um grupo de Nas
espécies monoicas, os dois tipos de gametas

amebócitos. Quando as condições ambientais não
(masculino e feminino) amadurecem em épocas
diferentes.

são favoráveis às esponjas, grupos de amebócitos,
Assim, a fecundação é cruzada, isto é, os dois gametas
enriquecidos com matérias alimentares, reúnem-se no
participantes são provenientes de indivíduos
diferentes.

mesênquima e são circundados por um revestimento
Essa fecundação é interna (ocorre no mesênquima).

resistente que contém espículas. Tais estruturas Do
desenvolvimento do zigoto, forma-se uma larva,

são as gêmulas. À medida que a esponja morre e a
anfibrástula, que abandona o corpo da esponja,
atingindo o

se degenera, as gêmulas diminutas caem na água
exterior através do ósculo. Após nadar durante certo
tempo,

e sobrevivem. Quando as condições novamente se a
anfibrástula fixa-se a um substrato, desenvolve-se e dá

tornam favoráveis, a massa de células
(amebócitos) origem a uma nova esponja
adultas. escapa de dentro do revestimento e
começa a crescer,

Como há um estágio de larva entre o zigoto e o
indivíduo

originando uma nova esponja.

adulto, o desenvolvimento das esponjas é indireto.

A formação de gêmulas é mais comum em esponjas

BIOLOGIA

de água doce, sujeitas a épocas de seca. Os coanócitos também podem participar da reprodução

sexuada nos poríferos, pois captam espermatozoides trazidos

Micrópila (opérculo) pela corrente de água, transferindo-os para um amebócito,

que por sua vez os leva até os óvulos.

Camada Admite-se que os poríferos tenham evoluído a partir de espículas

de determinado grupo de protozoários flagelados.

Muito

provavelmente, tiveram origem de grupos de protozoários

diferentes dos que originaram os outros metazoários.

Provavelmente, também não deram origem a novos grupos,

Amebócitos sendo, por isso, considerados ramos cegos da evolução

Gêmula de Spongilla em corte longitudinal – Note o espesso

envoltório que contém espículas. Além de serem formas de

*resistência a condições adversas, as gêmulas constituem uma Metaphyta Outros **Metazoa** forma de reprodução assexuada.*

As gêmulas são capazes de resistir a condições adversas do meio e, quando as esponjas em que se formaram morrem, libertam-se e permanecem Poríferos vivas até que as condições ambientais se tornem Algas

novamente favoráveis. Quando isso acontece, Bactérias Protozoário Vírus Cianofíceas Fungos através de uma abertura da gêmula, a micrópila,

os amebócitos ganham o meio exterior, desenvolvem-se

e dão origem a uma nova esponja. Células protistas **Célula Monera**

A reprodução sexuada nos poríferos é feita por fecundação,

isto é, compreende a união dos gametas masculino (espermatozoide) e feminino (óvulo), originados de

Frente C Módulo 08

CELEENTERADOS (CNIDÁRIOS)

Contração

das paredes

Os celenterados (do latim *coelos*, cavidade, e do Medusa em

grego *enteron*, intestino) são metazoários (animais repouso Movimento pluricelulares), eucariontes, heterótrofos, de simetria radial, diblásticos, protostômios, exclusivamente aquáticos

e predominantemente marinhos.

Possuem duas formas básicas: pólipo e medusa.

Expulsão de jatos

• **Pólipos (forma polipoide)** – Têm forma tubular, de água

geralmente sésseis (fixos) e de colorido brilhante.

Têm tamanho variado: alguns são microscópicos,

outros medem poucos milímetros, existindo, também, Os celenterados têm o corpo formado por duas

aqueles que chegam a ter mais de 1 metro.

camadas de células: epiderme (camada mais externa) e

Exemplos: corais, hidra, anêmona-do-mar gastroderme. Entre essas duas camadas, fica a mesogleia,

(actínea).

material gelatinoso que mantém unidas a epiderme e a

• **Medusas (forma medusoide)** – Forma de *umbrella*

gastroderme

(sombrinha, guarda-chuva), de natação livre, com

diferentes colorações. O tamanho é variado, podendo A gastroderme delimita uma cavidade central, a cavidade

chegar, em alguns casos, a mais de 2 metros de diâmetro. gastrovascular (CGV), que se comunica com o meio externo

através de uma abertura, a boca.

Exemplo: águas-vivas.

Boca

Medusa

Tentáculo

Pólipos Tentáculos Cavidade Epiderme Epiderme gastrovascular
Cavidade Gastroderme gastrovascular

Tentáculo

Substrato Gastroderme

Celenterados – Pólipos e medusas possuem tentáculos, que Boca

podem ser usados na captura de alimentos e na locomoção do Pólipos
Medusa animal.

Quanto à locomoção, os celenterados podem ser animais

sésseis (fixos) ou móveis. Os pólipos geralmente são fixos,

mas, em certos casos, como acontece com a hidra (um Cnidoblasto ou celenterado de água doce), também podem ser móveis, célula urticante

locomovendo-se através de movimentos de “cambalhota”. Cavidade gastrovascular Nematocisto

Célula

epitélio-digestiva

30 mm intersticial
Célula

a Pólipo

1 cm Célula sensorial

A hidra executando movimentos de “cambalhota”. Cnidoblasto

Trata-se de um pólipo móvel. Cnidoblasto

As medusas são móveis e sua locomoção é feita por jato Líquido Célula

|
propulsão, isto é, expulsão de jatos de água. Nesse tipo de glandular movimento, a medusa contrai rapidamente as bordas de Gastroderme Célula epitélío-seu corpo circular, fazendo com que a água acumulada na Mesogleia -

muscular

Epiderme

concavidade do corpo seja expulsa rapidamente em fortes Filamento jatos. Isso faz o animal se deslocar no sentido oposto ao do



jato-d'água (“Princípio da Ação e Reação”). Parede do corpo Nematocisto descarregado

84 Coleção Estudo



■

■

■

|

|

■

|

|

.

-

||

■

-

■

■

.

■

■

■

■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

|

■

■

■

■

■

■

|

■

|

■

■

■

■

■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

||

|

■

■

■

■

■

■

■

■

■



||

■

|

■

■

■

||

■

||

||

||

■

■

|

||

■

■

|

■

■

||

|

■

|

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

||

|

||

■

■

||

■

|

■

■

■

||

■

■

■

■

||

||

||

■

||

||

■



1



2



3

4



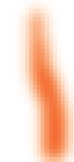
10

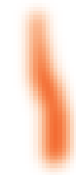


1

21













.







Poríferos e celenterados

A epiderme é formada por cinco tipos básicos de células: cavidade gastrovascular, facilitando a mistura

células epitélío-musculares, intersticiais, sensoriais, do alimento com as enzimas digestivas que são

glandulares e cnidoblastos (cnidócitos). produzidas e liberadas pelas células glandulares.

Também possuem fibrilas contráteis, orientadas

- **Células epitélío-musculares** – Além da função de

circularmente ao corpo do celenterado. Quando revestimento, possuem fibrilas contráteis, orientadas

essas fibrilas se contraem, o corpo do animal se no sentido do comprimento do corpo do animal. Ao se

alonga. Assim, as células musculares-digestivas da contraírem, as fibrilas fazem diminuir o comprimento

gastroderme trabalham em antagonismo com as da do corpo do animal.

epiderm

- **Células intersticiais** – Participam dos processos

- **Células glandulares** – As células glandulares da

de crescimento e de regeneração, pois são capazes

gastroderme dos celenterados produzem enzimas de originar os diversos tipos de células dos digestivas que são liberadas no interior da cavidade celenterados.

gastrovascular, onde se realiza o processo da digestão

- **Células sensoriais** – São capazes de perceber extracelular.

estímulos do meio ambiente e transmiti-los às células

As células intersticiais e sensoriais da gastroderme são nervosas localizadas na mesogleia.

semelhantes às existentes na epiderme.

- **Células glandulares** – Secretam muco, cujo papel

A mesogleia é uma camada gelatinosa, produzida por

é lubrificar o corpo, protegendo-o, e ajudar a fixar o

células da epiderme e da gastroderme, que dá suporte ao

animal ao substrato, no caso das formas sésseis.

corpo do celenterado, constituindo um esqueleto elástico e

• **Cnidoblastos (cnidócitos, células urticantes)** – flexível. A mesogleia também abriga uma rede de células

Células típicas dos celenterados que desempenham nervosas que fazem comunicação com as células sensoriais

papel fundamental na captura de alimentos e na da epiderme e da gastroderme. defesa do animal contra os seus predadores.

Nos celenterados, o grau de organização é superior ao dos

Filamento poríferos em vários aspectos:

urticante • Há um sistema digestório formado por um tubo



digestório incompleto que, por sua vez, é constituído

BIOLOGIA

pela boca e pela cavidade gastrovascular. Assim, nos celenterados temos a primeira ocorrência evolutiva Cápsula de um tubo digestório. Núcleo

com toxina

O alimento (crustáceos, peixes, larvas de insetos, etc.)



capturado pelos tentáculos é introduzido na cavidade

Cnidoblasto Cnidoblasto disparado gastrovascular
onde, por ação de enzimas digestivas

produzidas e liberadas pelas células glandulares da

O cnidoblasto, ao ser tocado, lança para fora o
gastroderme, é parcialmente digerido. Esse alimento

nematocisto (cápsula urticante), estrutura penetrante
parcialmente digerido é capturado ou absorvido pelas

que possui um longo filamento (filamento urticante),
células musculares-digestivas, nas quais a digestão se

através do qual um líquido urticante e tóxico é
completa de forma intracelular. Esses animais,
portanto,

eliminado. Assim, essas células participam da
defesa realizam digestão extra e intracelular.
dos celenterados e são utilizadas na
imobilização dos

pequenos animais capturados pelos tentáculos.
Os Tentáculo Alimento cnidoblastos são
encontrados em toda a epiderme capturado

do animal, aparecendo, entretanto, em maior Boca Epiderme concentração nos tentáculos e ao redor da boca. Gastroderme O nome cnidários (do grego *knidos*, urticante) deve-se à presença dos cnidoblastos ou cnidócitos. Em alguns

celenterados, como os corais, a epiderme secreta um Célula muscular-exoesqueleto de calcário e substâncias orgânicas. -digestiva

Na gastroderme, também existem diferentes tipos de Célula

células: musculares-digestivas (epitélio-digestivas), células sensorial

glandulares, intersticiais e sensoriais. Células

glandulares

- **Células musculares-digestivas** – Participam da

absorção e da digestão intracelular dos alimentos.

São alongadas e dotadas de flagelos voltados para Epiderme a cavidade gastrovascular. O batimento dos flagelos

dessas células movimenta o conteúdo dentro da

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■





1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■





1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17





Frente C Módulo 08

- Há um sistema nervoso difuso, constituído por uma A B

rede de células nervosas dispersas pela mesogleia e

que fazem comunicação com células da epiderme e

da gastroderme. Assim, nos celenterados, temos a

primeira ocorrência evolutiva de um sistema nervoso.

Alguns possuem ocelos (corpúsculos capazes de detectar maior ou menor intensidade de luz) e estatocistos (órgão de equilíbrio que dá ao animal

informações sobre a sua inclinação em relação à

gravidade, o que lhe permite perceber mudanças na

posição do corpo). *Reprodução assexuada* – A. o broto permanece fixo, formando

colônias.
B.
bipartição.

Sistema nervoso da *Hydra*

Estrobilização çççãã o o o

Tentáculos

Éfira Éfira

Boca

Medusa M M M ed du us

Células nervosas

interligadas



Pólipo



Estrobilização num pólipo – Na estrobilização, o corpo do



pólipo sofre uma série de divisões transversais, originando

segmentos discoidais, denominados éfiras, que são formas

- Alguns apresentam gônadas (ovários e testículos).
elementares de medusas. Cada éfira, ao se desenvolver, origina

Nos celenterados, temos então a primeira
ocorrência *uma medusa adulta*. evolutiva de gônadas
(glândulas sexuais).

A reprodução sexuada se faz por fecundação, que,

dependendo da espécie, pode ser externa (realizada na

água) ou interna (realizada no corpo do celenterado).

Quanto ao sexo, existem espécies monoicas
(hermafroditas)

e espécies dioicas. O desenvolvimento pode ser direto
(sem

estágios larvais) ou indireto. No desenvolvimento
indireto,

Testículo

há uma
larva

ciliada,
a
plânula.

Ovário O filo dos celenterados está subdividido em três classes:

Hidrozoa (hidrozoários), Scyphozoa (cifofoários) e Anthozoa

Hidra (antofoários). Hidra

Hidrofoários Cifofoários Antofosários

Assim como nos poríferos, os sistemas respiratório,

circulatório e excretor inexistem nos celenterados. bem desenvolvidos Possuem pólipos Predominam as São exclusivamente grandes medusas pólipos. Não

A distribuição de nutrientes se faz por difusão entre as com fase de (cifomedusas). Os há medusas. diversas células do corpo, assim como as trocas gasosas medusa pequena pólipos, chamados Exclusivamente

(O e CO₂) e a eliminação de excretas nitrogenadas também (hidromedusas) cifistomas, são de marinhos. Não há

2 ou ausente. Em pequeno tamanho metagênese e o

se fazem por simples difusão. algumas espécies, e de vida curta. desenvolvimento é

há metagênese. São exclusivamente indireto.

A reprodução pode ser assexuada ou sexuada, ocorrendo São marinhos ou marinhos. Há Ex.: Corais e

em certas espécies o fenômeno da metagênese (alternância dulcícolas e têm metagênese e o anêmonas-do-mar

desenvolvimento desenvolvimento (actínias).

de gerações).

direto ou indireto é indireto (com

A reprodução assexuada dos celenterados pode ser (com larvas). larvas).

Ex.: *Hidra*, *Obelia* e Ex.: *Aurelia* sp

realizada por divisão binária (bipartição) longitudinal, *Physalia* (caravela). (água-viva). brotamento (gemiparidade) ou ainda por estrobilização.

86 Coleção Estudo

■

■



■



■

■

■

■



■



■

■



■

■





■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■





■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■

■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■



■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■





■

■

■

■

■

■

■

I

II

I

II

I

I

I

II

I

I

I

II

I

I

I

II

I

II

I

II

I

I

I

I

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

■

■

■

■

■

■

1

2



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

—

—

—

,

■

,

,

■

■

■

,

,

,

■

■

■

—

■

,

,

,

,

,

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—



■

||

|

■

||

|



—

1

2

3

4

■

■



100%

100%

100%





Poríferos e celenterados

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 05. (UFPR)

Relacione as colunas e assinale a alternativa

CORRETO

01. (1) Coanócitos (OSEC-SP) Espongiários são animais

A) exclusivamente aquáticos. (2) Células nervosas

B) pseudocelomados. (3) Átrio

C) diblásticos.

(4) Mesênquima

D) triblásticos.

(5) Cnidoblastos

E) com metagênese.

() Cavidade central das esponjas

02. (UNIRIO-RJ) Qual das alternativas a seguir justifica a

() Células de defesa dos celenterados

classificação das esponjas no sub-reino Parazoa?

A) Ausência de epiderme () Mesogleia, abaixo da epiderme

- B) Ocorrência de fase larval () Digestão intracelular dos poríferos
- C) Inexistência de órgãos ou de tecidos bem definidos () Camada média da estrutura dos poríferos
- D) Hábitat exclusivamente aquático
- A) 3 – 2 – 5 – 1 – 4
- E) Reprodução unicamente assexuada
- B) 5 – 3 – 2 – 1 – 4

03. (PUCPR) Em relação ao *Phylum Cnidaria*, foram feitas as C) 5 – 2 – 3 – 1 – 4

seguintes proposições:

D) 3 – 5 – 2 – 4 – 1

I. Os cnidários são aquáticos, diblásticos e com simetria

radial, sendo encontrados em duas formas: pólipos E) 3 – 5 – 2 – 1 – 4

(fixos) e medusa (livres). **BIOLOGIA**

II. A digestão nos cnidários é extra e intracelular e não

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

há aparelho respiratório, circulatório ou excretor, e o sistema nervoso é difuso.

III. Nos cnidários, a reprodução sexuada ocorre por

01. (PUC Minas) Quando fazemos um corte longitudinal

brotamento ou estrobilização. em uma esponja ascoide, como na figura a seguir,

IV. Os corais e a anêmona-do-mar são exemplos da encontraremos, revestindo o átrio ou espongiocelo,

classe dos cifozoários.

Assinale a alternativa **CORRETA**.

- A) Todas estão incorretas.
- B) Apenas III e IV estão corretas.
- C) Apenas I está correta.
- D) Todas estão corretas.
- E) Apenas I e II estão corretas.



04. (OSEC-SP) Entre as alternativas a seguir, assinale o



principal avanço evolutivo dado pelos celenterados,



mantido e desenvolvido pelos animais mais evoluídos.

- A) Presença de células urticantes A) cnidócitos.
- B) Digestão extracelular B) celomócitos.
- C) Passagem do meio aquático para o terrestre C) coanócitos.
- D) Sistema circulatório D) células enzimático-glandulares.
- E) Tubo digestório completo E) células mioepiteliais.

Frente C Módulo 08

02. (FCMMG) As afirmativas a seguir se relacionam com os **06.** (UFJF-MG) Observe as seguintes afirmativas:

poríferos.

I. A grande capacidade regenerativa das esponjas revela

1. São exclusivamente marinhos.

a pequena interdependência e diferenciação de suas

2. O alimento, juntamente com a água, entra pelo

ósculo, circula pelo átrio e sai pelos poros inalantes.
células.

3. Os coanócitos são células formadoras de espículas. II. A água que circula pelo corpo de uma esponja segue

4. As esponjas do tipo leucon são as mais complexas. o trajeto:
ósculo – átrio – óstios.

5. Possuem digestão intracelular. III. Nem todas as esponjas possuem espículas calcárias

Assinale ou silicosas.

A) se todas as afirmativas são corretas.

Assinale

B) se apenas 2 e 3 são corretas.

C) se apenas 1, 2 e 5 são corretas. A) se apenas I estiver correta.

D) se apenas 1, 3 e 4 são corretas. B) se apenas I e II estiverem corretas.

E) se apenas 4 e 5 são corretas.

C) se I, II e III estiverem corretas.

03. (FCC-SP) As células que revestem externamente as esponjas D) se apenas II e III estiverem corretas.

e as que revestem a espongiocele são, respectivamente,

A) amebócitos e espículas. E) se apenas I e III estiverem corretas.

B) pinacócitos e coanócitos.

C) coanócitos e pinacócitos. **07.** (FCMMG)

D) arqueócitos e espículas. **Amaciante de carne cura queimaduras**

E) pinacócitos e amebócitos. **de caravelas**

04. Frequentemente, chegam ao nosso litoral, trazidas

(FUVEST-SP) A característica a seguir que **NÃO** condiz

com os poríferos é pelas correntes marinhas, várias caravelas pertencentes

A) respiração e excreção por difusão. ao gênero *Physalia*.
Constituem um belo exemplo de

B) obtenção de alimentos a partir das partículas trazidas colônia polimórfica formada por vários tipos de indivíduos

pela água, que penetra através dos óstios. modificados [...]

C) hábitat aquático, vivendo presos ao fundo. Os pólipos de defesa são dotados de longos tentáculos

D) células organizadas em tecidos bem definidos. (que podem chegar a ter vários metros) carregados

E) alta capacidade de regeneração. de baterias de cnidoblastos, sendo descarregados

nas ocasiões em que são tocados. É muito comum

05. (UFPel-RS) As esponjas constituem o filo Porífera do a ocorrência de acidentes com banhistas que tocam reino Animal, sendo indivíduos de organização corporal inadvertidamente esses tentáculos. Graves queimaduras simples, considerados um ramo primitivo na evolução

dos metazoários. Os poríferos são usados pelos são provocadas pelas toxinas de natureza proteica

pintores para obter certos efeitos especiais na técnica liberadas pelos cnidoblastos.

de aquarela; antigamente, eram usados também como

Amaciantes de carne são comumente empregados na esponjas de banho.

cura dessas queimaduras, já que atuam na digestão das

Quanto às esponjas, é **CORRETO** afirmar que

toxinas proteicas liberadas pelos cnidoblastos.

A) não possuem tecidos verdadeiros e apresentam

apenas espículas silicosas. A eficácia dos “amaciantes de carne” utilizados para

B) possuem tecidos verdadeiros e podem apresentar bloquear a ação das toxinas proteicas dos cnidoblastos

espículas calcárias ou silicosas. se deve à ação de

C) não possuem tecidos verdadeiros e podem apresentar

espículas calcárias ou silicosas. A) enzimas proteolíticas.

D) não possuem tecidos verdadeiros e apresentam B) substâncias histamínicas.

apenas espículas calcárias.

C) anabolizantes lipoproteicos.

E) possuem tecidos verdadeiros e apresentam apenas

88 Coleção Estudo

Poríferos e celenterados

08. (PUC Minas) Observe o ciclo reprodutivo a seguir: Em relação ao organismo representado pelo desenho, a

alternativa **CERTA** é:

A) Trata-se de um triblástico, acelomado, que pode apresentar pés ambulacrários e células-flama na idade

adulta.

B) Trata-se de um diblástico, podendo apresentar reprodução sexuada e assexuada.

C) É um enterocelomado, com células urticantes usadas 1 2 para defesa.

D) Apresenta cavidade celomática, que ocupa a maior parte do corpo e possui pés ambulacrários.

E) Apresenta, em seu desenvolvimento embrionário, blástula com blastoderme e com blastóporo.

Marque a alternativa **INCORRETA**. **11.** (UFV-MG) A digestão dos celenterados ocorre

A) Esse ciclo reprodutivo é denominado metagênico.

A) nos meios intra e extracelulares.

B) Nem todos os grupos de cnidários realizam esse ciclo

B) no meio extracelular.

reprodutivo.

C) no celoma anterior.

C) Gametas são formados em 2.

D) no meio intracelular.

D) 1 origina larva livre-natante denominada plânula.

E) no celoma posterior.

E) 2 é originado por processo assexuado.

12. (Unicamp-SP-2011) Os corais, espalhados por grande

09. (PUC Minas) Uma esponja-viva é um animal multicelular extensão de regiões tropicais dos oceanos e mares do globo

com pequena diferenciação celular. Suas células podem terrestre, formam os recifes ou bancos de corais e vivem em

ser mecanicamente desagregadas passando-se a esponja simbiose com alguns tipos de algas. No caso do acidente

no Golfo do México, o risco para os corais se deve

numa peneira. Se a suspensão celular é agitada por umas

nova esponja. É o processo de adesão celular. Sobre esse matariam vários peixes que serviriam de alimento **BIOLOGIA** para os corais. poucas horas, as células se reagregam para formar uma A) às substâncias

presentes nesse vazamento, que

assunto, é **INCORRETO** afirmar:

B) ao branqueamento dos corais, causado pela quantidade

A) A agregação celular depende do reconhecimento de ácido clorídrico liberado juntamente com o óleo.

que se estabelece entre as células e deve ser C) à redução na entrada de luz no oceano, que diminuiria

espécie-específica. a taxa de fotossíntese de algas, reduzindo a liberação

B) A simplicidade celular das esponjas se deve ao fato de oxigênio e nutrientes que seriam usados pelos

pólipos de corais.

de elas não apresentarem reprodução sexuada.

D) à absorção de substância tóxica pelos pólipos dos

C) Se duas diferentes espécies de esponjas são cnidários, formados por colônias de protozoários

desagregadas juntas, as células de cada espécie se que se alimentam de matéria orgânica proveniente

reagregam isoladamente. das algas.

D) O alto grau de regeneração celular observado nas

13. (Unicamp-SP) Os celenterados ou cnidários são animais

esponjas se deve ao pequeno grau de diferenciação que apresentam formas diferentes de acordo com o modo

celular do animal. de vida. Essas formas estão esquematizadas em corte

longitudinal mediano.

10. (UFMG)

Tentáculo

Boca

Nematocisto II

Testículo A) Como são denominadas as formas I e II?

Broto B) Dê exemplo de um animal que apresente a forma do corpo I e de um que apresente a forma II.

Ovário **14.** (FUVEST-SP) Por que as medusas podem, pelo simples contato, levar pequenos animais à morte ou provocar “Pé” irritações cutâneas em seres humanos?

Editora Bernoulli **89**

Frente C Módulo 08

01. GABARITO “Acidentes causados por cnidários são comuns ao redor **SEÇÃO ENEM**

do mundo, incluindo acidentes graves e com registro **Fixação** de fatalidades em alguns mares. Um exemplo extremo

de água-viva que pode ser até letal para o ser humano ocorre no litoral norte e nordeste da Austrália, onde se encontra a espécie *Chironex fleckeri*, também conhecida como vespa-do-mar”. A respeito da espécie *Chironex fleckeri*, é correto dizer que

03.
E

A) pertence ao grupo dos poríferos e seus coanócitos

em contato com a pele humana causam irritações e queimaduras.

B) é um animal parazoário pertencente ao grupo dos

celenterados. **Propostos**

C) é um artrópode do grupo dos insetos, vindo daí o seu nome popular de vespa-do-mar.

01.
C

D) é uma medusa exclusivamente dulcícola.

E) trata-se de um celenterado e o contato com os seus tentáculos pode até causar a morte de uma pessoa.

03.
B

02. “Pesquisadores brasileiros estudam substâncias químicas das esponjas com o objetivo de obter compostos bioativos, que possam eventualmente resultar em medicamentos.

Com esse material, serão realizados bioensaios para verificar sua ação contra câncer, tuberculose e cepas 06. E de bactérias resistentes a antibióticos. Segundo os pesquisadores, não deverá faltar material para ser 07. A testado, e, se forem considerados os antecedentes das 08. D esponjas na área farmacológica, há grande possibilidade de obter bons resultados. Já existem alguns medicamentos 09. B à venda que foram inspirados em moléculas extraídas de esponjas, como é o caso do antiviral Vira-A ou Acyclovir 10. B (vendido sob o nome comercial de Zovirax), produzido 11. A a partir da esponja *Cryptotethya crypta*, que combate o vírus da herpes. O AZT é outro exemplo de droga 12. C que teve origem em substâncias provenientes desses estranhos seres coloridos. É importante que fique 13. A) I = Pólipo (forma polipoide)

claro que esses medicamentos não são diretamente

II = Medusa (forma medusoide)

extraídos de esponjas, mas foram substâncias retiradas delas que inspiraram sua síntese. Além desses dois, B) I = Anêmona-do-mar, hidra, corais.

há outros em testes para o tratamento da tuberculose, infecções hospitalares, câncer e doenças tropicais, como II = Água-viva.

a leishmaniose, malária e mal de Chagas.”

14. Porque as medusas possuem estruturas de

defesa, denominadas cnidoblastos, que, ao mais

De acordo com o texto, já existem disponibilizados no leve contato, dispõem um estilete, o nematocisto,

mercado medicamentos obtidos a partir de substâncias contendo um líquido tóxico, urticante, que

extraídas das esponjas para o tratamento de pacientes tem efeito paralisante em pequenos animais e

com a(s) seguinte(s) doença(s) também causa queimaduras, reações alérgicas e

A) Aids, apenas. irritações na pele humana.

B) Aids e herpes. Seção Enem C) Aids, herpes, câncer e tuberculose.

D) Aids, herpes, câncer, tuberculose, leishmaniose e

01.
E

malária.

E) câncer, tuberculose, herpes, Aids, leishmaniose, 02. B

malária e doença de Chagas.

90 Coleção Estudo **BIOLOGIA MÓDULO** **FRENTE Genética: 05 D interação** **gênica**

A interação gênica entre genes não alelos consiste no • **Crista ervilha:** O galináceo precisa ter, no seu

fenômeno em que dois ou mais pares de genes agem
genótipo, a presença de pelo menos um gene **E** e a
conjuntamente para determinar uma única
característica. ausência do gene **R**.

Trata-se, portanto, de um fenômeno inverso ao

• **Crista rosa:** O galináceo precisa ter, no seu genótipo,
da pleiotropia.

a presença de pelo menos um gene **R** e a ausência

do
gene
E.

Os pares de genes **Aa** e **Bb**,

• **Crista noz:** O galináceo precisa ter, no seu genótipo,

localizados em diferentes pares

a presença de pelo menos um gene **R** e pelo menos

de cromossomos homólogos,

interagem para determinar um
gene **E**.

uma mesma característica. • **Crista simples:** O
genótipo do galináceo não pode

ter nenhum gene **R** e nenhum gene **E**.

Existem diferentes tipos de interação entre genes

Assim, conclui-se que os possíveis genótipos e respectivos

não alelos. fenótipos para a característica do tipo de crista em galináceos

domésticos
são:

Um bom exemplo é o tipo de crista em galináceos domésticos. Para essa característica, os galináceos podem Genótipos Fenótipos apresentar quatro tipos diferentes de cristas: crista ervilha, crista rosa, crista simples e crista noz, conforme mostra a ilustração a seguir:

Crista ervilha

Crista rosa

Crista ervilha Crista rosa

Crista noz

Crista simples

Veja o exemplo a seguir:

Crista simples Crista noz

- Um macho de crista rosa duplamente homozigoto é cruzado com uma fêmea de crista noz duplamente heterozigota. Quais são os possíveis fenótipos dos

O tipo de crista depende da interação dos pares de genes—

descendentes desse cruzamento e respectivas

R e r e E e e – conforme descrito a seguir: proporções?

Editora Bernoulli **91**

Frente D Módulo 05

Resolução: pigmentação da pele na espécie humana. Essa característica

Sendo o macho de crista rosa duplamente homozigoto, seu depende da quantidade de melanina produzida, e essa

quantidade é determinada por diferentes pares de genes que

genótipo é **RRee**. Sendo a fêmea de crista noz duplamente

se segregam independentemente. Para exemplificar esse tipo

heterozigota, seu genótipo é **RrEe**. Então, o cruzamento em

de interação nessa característica, vamos considerar apenas

questão é **RRee x RrEe**.

dois pares de genes **A** e **a** e **B** e **b**. Para esses dois pares de genes, pode-se ter os seguintes genótipos e respectivos

Separando-se os possíveis gametas formados pelo macho

fenótipos.

e pela fêmea, encontra-se o seguinte:

Genótipos Fenótipos

Gametas masculinos Gametas femininos

RE (25%) AABB Negro

Re (25%)

Re (100%) Mulato escuro AABb

AaBB

rE (25%)

AAbb

re (25%) aaBB Mulato médio

genograma. Com os gametas anteriores, pode-se construir o seguinte Aabb Mulato claro aaBb

♀ aabb Branco **RE Re rE re**

♂ (25%) (25%) (25%) (25%)

Observe, na tabela, que a quantidade de genes representados por

RREe RRee RrEe Rree letras maiúsculas ou por letras minúsculas presentes no genótipo

é fator determinante do fenótipo: se os quatro genes dos dois

(100%) **Re** pares de alelos forem os representados por letras maiúsculas, (25%) (25%) (25%) (25%) o indivíduo produzirá muita melanina e, conseqüentemente, terá

a pele muito escura (negro); se três dos quatro genes forem

Crista Crista Crista Crista maiúsculos, o indivíduo será mulato escuro; caso no genótipo

noz rosa noz rosa existam dois genes representados por letras maiúsculas e dois,

por letras minúsculas, o indivíduo será mulato médio; se, dos

Resposta: 50% dos descendentes têm crista do tipo

NOZ, quatro genes, apenas um for maiúsculo, o indivíduo será mulato

e 50%, do tipo rosa. claro; e, se os quatro genes dos dois pares de alelos forem

os representados por letras minúsculas, o indivíduo produzirá

menos melanina e, portanto, será branco. Conclui-se então

HERANÇA QUANTITATIVA *que, nessa característica, quanto maior o número de genes representados por letras maiúsculas presentes no genótipo do*

indivíduo, mais escura será a coloração de sua pele.

Também chamada de herança poligênica, poligenia ou

Veja
o
exemplo
a
seguir:

ainda herança multifatorial, é uma modalidade de interação

entre genes não alelos, em que o fenótipo depende da

- Um casal de mulatos médios teve um filho branco.

quantidade de certos tipos de genes presentes no genótipo. Quais os genótipos dos indivíduos que formam esse

casal e como poderão ser seus próximos filhos quanto

Nesse tipo de herança, existem dois ou mais pares de

à
coloração
da
pele?

genes alelos. Em cada par, um dos alelos é dito efetivo e

o outro, não efetivo. Os alelos efetivos, representados por **Resolução:**

letras maiúsculas, são capazes de exercer modificação no Os mulatos médios possuem no genótipo dois genes
fenótipo. Os alelos não efetivos, representados por
letras representados por letras maiúsculas e dois genes
minúsculas, não exercem modificação no fenótipo.
representados por letras minúsculas. Como o casal
teve

um filho branco (**aabb**), conclui-se que ambos
possuem no

Um bom exemplo desse tipo de herança acontece
com

genótipo os genes **a** e **b**. Assim, ambos têm genótipo
AaBb.

a determinação genética da coloração ou intensidade
de

92 Coleção Estudo

Genética: interação gênica

O número de pares de poligenes envolvidos na

AaBb AaBb característica também pode ser calculado a partir do número de classes fenotípicas (número de fenótipos), por meio da seguinte relação.

Gametas AB Ab aB ab AB Ab aB ab Nº de classes fenotípicas – 1

Nº de pares de poligenes = 2

Construindo um genograma com os gametas da figura anterior, obtêm-se as seguintes combinações. Aplicando-se a relação anterior no caso da herança sobre

a cor da pele na espécie humana, o número de pares de

♀ ♂ poligenes será: $5 - 1 = 2$ AB Ab aB ab 2

AB Negros Mulatos Mulatos Mulatos **EPISTASIA**

AABB AABb escuros escuros médios AaBB AaBb

Mulatos Nessa modalidade de interação gênica, um gene inibe ou Mulatos Mulatos Mulatos

Ab mascara a manifestação de outro gene que não seja seu escuros médios médios claros

AABb AABb AaBb Aabb alelo. O gene que inibe é chamado de epistático, e o inibido

é denominado hipostático. Os genes epistático e hipostático

Mulatos Mulatos Mulatos Mulatos

aB não são genes alelos. escuros médios médios claros

AaBB AaBb aaBB aaBb

Dominância

ab Brancos Mulatos Mulatos Mulatos médios claros claros
A a aabb AaBb Aabb aaBb

A análise das combinações obtidas no genograma

poderão ser negros, mulatos escuros, mulatos médios, Epistasia **BIOLOGIA** anterior permite concluir que os próximos filhos do casal B b mulatos claros ou brancos, com as seguintes probabilidades

de nascimentos. *Epistasia* – Quando um gene inibe a manifestação do seu alelo,

o inibidor é chamado de gene dominante, e o inibido, de gene

• **Negros (AABB):** $1/16$ recessivo. Quando um gene inibe a manifestação de outro que

não seja seu alelo, o inibidor é denominado gene epistático,

• **Mulatos escuros (AABb e AaBB):** $4/16 = 2/8$ e o inibido, hipostático. No esquema anterior, os genes **A** e **a**

• **Mulatos médios (AaBb, AABbb e aaBB)** : Também os genes **B** e **b** são alelos, sendo que **B** é o gene são alelos, sendo o gene **A** dominante e o gene **a** recessivo.

$6/16 = 3/8$ dominante e **b**, o gene recessivo. Admitindo-se que o gene **A**

• **Mulatos claros (Aabb e aaBb):** $4/16 = 2/8$ gene **A** é epistático em relação aos genes **B** e **b**. Os genes **B** e **b**, tenha a capacidade de inibir a ação dos genes **B** e **b**, então o

• por sua vez, são hipostáticos em relação ao gene **A**. **Brancos (aabb):** $1/16$

Numa característica de herança quantitativa, o número A epistasia pode ser dominante ou recessiva.

de fenótipos é igual ao número de poligenes + 1.

Assim, • **Epistasia dominante:** O alelo dominante de um par no caso da coloração da pele humana, visto anteriormente, inibe a ação de genes alelos de um outro par, ou seja,

existem 4 poligenes (**A** e **a**, **B** e **b**) e, portanto, 5 fenótipos o gene epistático é dominante no seu par de alelos.

distintos (negro, mulato escuro, mulato médio, mulato
Por exemplo: em determinada raça de cães, a cor

claro e branco). Se, por exemplo, numa característica dos pelos depende da ação de dois pares de genes **M**

de herança quantitativa, participarem 6 poligenes e **m** e **C** e **c**, que se segregam independentemente.

(**Aa**, **Bb**, **Cc**), teremos 7 fenótipos diferentes, e assim O gene **M** determina a formação de pelagem preta,

por diante. enquanto o seu alelo **m** condiciona uma pelagem

Inversamente, se soubermos o número de fenótipos marrom; o gene **C** inibe os genes **M** e **m**, isto é, inibe

distintos existentes num caso de herança quantitativa, a manifestação da cor, enquanto o seu alelo **c** permite

o número de poligenes envolvidos será igual ao número de a manifestação da cor. Quando o gene **C** está presente

fenótipos – 1. no genótipo, o animal apresenta uma pelagem

branca. Nesse exemplo, então, o gene **C** é epistático,



enquanto os genes **M** e **m** são hipostáticos. Assim, se



$$\text{N}^\circ \text{ de poligenes} = \text{N}^\circ \text{ de fenótipos} - 1 \text{ forem cruzados dois}$$

cães duplamente heterozigotos N° de fenótipos = N° de poligenes + 1 para esses genes, será obtido o resultado mostrado

no quadro a seguir:

Editora Bernoulli 93

Frente D Módulo 05

Branco x Branco EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (CcMm) (CcMm)

Gametas CM Cm cM cm 01. (Cesgranrio) Certas raças de galinhas apresentam, quanto

à forma de crista, quatro fenótipos diferentes: crista tipo

CM Branco Branco Branco Branco “ervilha”, tipo “rosa”, tipo “noz” e tipo “simples”. Esses

CCMM CCMm CcMM CcMm tipos são determinados por dois pares de alelos com

dominância: **E** para o tipo “ervilha” e **R** para o tipo “rosa”.

Cm Branco A presença no mesmo indivíduo de um alelo dominante Branco Branco Branco

CCMm CCmm CcMm Ccmm de cada par produz o tipo “noz”. A forma duplo-recessiva

origina a crista “simples”. Uma ave de crista “noz” foi

cm Branco Branco Preto Preto cruzada com uma de crista “rosa”, originando em F1: 3/8

CcMM CcMm ccMM ccMm dos descendentes com crista “noz”, 3/8 com crista “rosa”,

1/8 com crista “ervilha” e 1/8 com crista “simples”. Quais

cm Branco Branco Preto Marrom os genótipos paternos, com relação ao tipo de crista?

CcMm Ccmm ccMm ccmm

A) **RrEE x Rree**

A proporção fenotípica é de 12 brancos:3 pretos:1 marrom. B) **RrEe x Rree**

• C) **RREe x Rree** **Epistasia recessiva:** Um par de genes alelos

recessivos inibe a ação de genes de outro par de D) **Rree x Rree** alelos. Por exemplo: a cor dos pelos dos ratos

E)
RREE
x
Rree

depende da ação de dois pares de genes, **C** e **c** e

A e **a**, que se segregam independentemente. O gene **02**. (UFMG) No homem, a surdez congênita é devido à **C** determina a formação de pelagem preta, enquanto

homozigose de pelo menos um dos dois genes recessivos

o seu alelo **c** condiciona ausência de pigmentação,

d ou **e**. São necessários os dois genes dominantes **D** e **E**

isto é, o albinismo (pelagem branca homogênea).

para
a
audição
normal.

O gene **A**, por sua vez, determina a formação de

pelagem amarela, enquanto o seu alelo, o gene **a**, Fernando, que é surdo, casou-se com Lúcia, que também é

não condiciona a formação de pigmentos. O par **cc** é surda. Tiveram 6 filhos, todos de audição normal. Portanto,

epistático em relação ao gene **A**. Assim, não existem você pode concluir que o genótipo dos filhos é ratos amarelos (**ccA_**). Todos os ratos que tiverem no **A**) **Ddee**. **D) DDEE**.

genótipo o par **cc** serão albinos. Ratos de genótipos **B) ddEE**. **E) DDEe**. **C_aa** terão pelagem preta; ratos de genótipos

C)
DdEe.

C_A_ produzem pigmentos pretos e amarelos,

tendo, por isso, uma coloração pardo-acinzentada **03**. (FCMSC-SP) Cavalos sem genes dominantes percorrem (ratos agutis). Assim, o cruzamento de dois ratos

1 000 metros em 80 segundos. Cada gene dominante

duplo-heterozigotos fornece o resultado
mostrado

no genótipo reduz 5 segundos do tempo para o cavalo
no quadro a seguir:

percorrer 1 000 metros. Na genealogia a seguir, Trovão,

Aguti x Aguti Faísca e Prata são igualmente velozes, mas
apresentam

(CcAa) (CcAa) genótipos diferentes, enquanto Darkita e Alvo
apresentam

o
mesmo
genótipo

Gametas **CA Ca cA ca**

CA Aguti Aguti Aguti Aguti Rebolo Pérola CCAA CCaa CcAA
CcAa **aaBB AAbb**

Ca Aguti Preto Aguti Preto CCaa CCaa CcAa Ccaa Nata Alvo
Prata Silver

cA Aguti Aguti Albino Albino CcAA **AAbb aaBB** CcAa ccAA ccAa

ca Aguti Preto Albino Albino CcAa Trovão Darkita Faísca Ccaa
ccAa ccaa

94 Coleção Estudo

Genética: interação gênica

Qual dos seguintes cruzamentos poderá apresentar, na Essas informações permitem concluir que o gene

descendência, o cavalo mais veloz?

A) **A** é epistático sobre seu alelo.

A) Trovão x Darkita

B) Prata x Silver B) **B** é epistático sobre **A** e sobre **a**.

C) Alvo x Nata C) **a** é hipostático em relação a **A**.

D) Prata x Alvo

D) **b** é hipostático em relação a **B**.

E) Faísca x Darkita

E) **A** é epistático sobre **B** e sobre **b**.

04. (UFU-MG) Na interação gênica complementar,

a manifestação de um fenótipo vai depender da presença **02.**

(Unip-SP) O cruzamento **AaBbCc** x **AaBbCc** produziu

de dois ou mais pares de genes que se complementam. uma geração cuja proporção fenotípica aparece no gráfico

Um exemplo desse tipo de interação ocorre com a flor a seguir:

ervilha-de-cheiro (*Lathyrus*), que pode ser colorida ou

branca. Para haver cor, é preciso que estejam presentes **20**

dois genes dominantes **P** e **C**. Na ausência de pelo menos um desses genes dominantes, a flor será branca.

15

No cruzamento entre duas plantas de flores coloridas e duplo-heterozigotas (**PpCc**), a proporção de plantas

6

com flores coloridas para plantas com flores brancas

1

será de

A) 9:7.

B) 1:15.

C) 1:3.

D) 12:4. Tal distribuição fenotípica ilustra um caso de

BIOLOGIA

A) polialelia.

05. (CESCEM–SP) Em cebola, a cor do bulbo é resultado

da ação de dois pares de genes que interagem. B) codominância.

O gene **C**, dominante, determina bulbo colorido, e seu C) herança quantitativa.

recessivo **c** determina bulbo incolor (branco). O gene **B**,

dominante, determina bulbo vermelho, e seu recessivo D) epistasia.

b, bulbo amarelo. Cruzando-se indivíduos heterozigotos

E) pleiotropia.

para os dois genes, obteremos descendentes na

seguinte proporção:

A) 12 vermelhos:3 brancos:4 amarelos **03.** (UFU-MG) A cor da pelagem em cavalos depende, entre

outros fatores, da ação de dois pares de genes **Bb** e **Ww**.

B) 12 brancos:3 vermelhos:4 amarelos

O gene **B** determina pelos pretos, e o seu alelo **b** determina

C) 9 brancos:3 amarelos:4 vermelhos

pelos marrons. O gene dominante **W** inibe a manifestação

D) 9 vermelhos:3 brancos:4 amarelos

da cor, fazendo com que o pelo fique branco, enquanto

E) 9 vermelhos:3 amarelos:4 brancos

o alelo recessivo **w** permite a manifestação da cor.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Cruzando-se indivíduos heterozigotos para os dois pares

de genes, obtém-se

A) 3 brancos:1 preto.

01. (Unifor-CE) Na moranga, a cor dos frutos deve-se às

B) 9 brancos:3 pretos:3 mesclados de marrom e preto:

seguintes combinações de genes:

1 branco.

B_aa = amarelo

C) 1 preto:2 brancos:1 marrom.

bbaa = verde

bbA_ = branco D) 12 brancos:3 pretos:1 marrom.

B_A_ = branco E) 3 pretos:1 branco.

Editora Bernoulli 95

Frente D Módulo 05

04. (PUC-SP) A variação da cor da pele humana pode ser **07.** (PUC-SP) Em galinhas, os genótipos **R_ee**, **rrE_**, **R_E_** e

explicada através da interação de dois pares de genes **rree** determinam, respectivamente, os seguintes tipos de

aditivos. Os indivíduos homozigotos, para os genes cristas: rosa, ervilha, noz e simples. Em 80 descendentes

A e **B**, seriam pretos e, para os genes **a** e **b**, seriam provenientes do cruzamento **Rree** x **rrEe**, o resultado

brancos. Do casamento de indivíduos com esses dois esperado é o seguinte:

genótipos, resultariam mulatos de cor intermediária A) 20 noz, 20 rosa, 20 ervilha, 20 simples

entre as dos pais. B) 30 noz, 30 rosa, 10 ervilha, 10 simples

O genótipo dos mulatos mencionados anteriormente seria C) 45 noz, 15 rosa, 15 ervilha, 5 simples

A) **AABB**. D) 45 noz, 30 rosa, 5 ervilha

B) **aabb**.

C) **AaBb**. **08.** (FCMSC-SP) Suponhamos que o genótipo **aabb** condicione

uma altura de 150 cm nos cafeeiros e que qualquer

D) **AAbb**.

alelo de “letra maiúscula” some 5 cm à altura inicial. De

E) **Aabb**. acordo com esses dados, excluindo-se as possibilidades

de mutação, imaginemos um lavrador que possua

05. duas plantas: uma com 165 cm e outra com 155 cm. (UFMG) A cor da pele humana é condicionada por dois

pares de genes com ausência de dominância, sendo que Cruzando uma planta com a outra, qual das conclusões

a seguir é **VERDADEIRA**?

o genótipo do indivíduo negro é **SSTT**, e do indivíduos

brancos, **sstt**. Os vários tons para mulato (escuro, médio A) O lavrador poderá obter cafeeiros com 175 cm de

e claro) dependem das combinações de genes para negro altura.

e branco. B) O lavrador não poderá obter cafeeiros com 170 cm

de
altura.

A habilidade para a mão direita (destro) é condicionada

por um gene dominante **E**, e a habilidade para a mão C) O lavrador obterá uma descendência de cafeeiros,

todos com a mesma altura.

esquerda (canhoto), pelo gene recessivo **e**.

D) O lavrador poderá obter, no máximo, cinco alturas

Do casamento de um mulato médio e destro (heterozigoto)

diferentes para seus cafeeiros.

com uma mulher mulata clara e canhota, qual a

E) O lavrador poderá obter, no máximo, quatro alturas

probabilidade de o casal ter duas meninas brancas e

diferentes para seus cafeeiros.

canhotas, sendo que já possuem um filho branco

e destro? **09.** (VUNESP-SP) A altura de uma certa espécie de planta

A) $1/16$ é determinada por dois pares de genes **A** e **B** e seus

respectivos alelos **a** e **b**. Os alelos **A** e **B** apresentam

B) $1/6$

efeito aditivo e, quando presentes, cada alelo acrescenta à

C) $1/32$ planta 0,15 m. Verificou-se que as plantas dessa espécie

D) $1/576$ variam de 1,00 m a 1,60 m de altura. Cruzando-se as

plantas **AaBB** com **aabb**, pode-se prever que, entre os

E) $1/1\ 024$ descendentes,

A) 100% terão 1,30 m de altura.

06. (Cesesp-PE) Quando, em uma espécie, um gene inibe a B) 7 5 % t
e r ã o 1 , 3 0 m e 2 5 % t e r ã o 1 , 4 5 m

ação de um outro que não é o seu alelo, denominamos de de altura.

A) ausência de dominância. C) 2 5 % t e r ã o 1 , 0 0 m e 7 5 % t e r

ã o 1 , 6 0 m

B) codominância. de altura.

D) 5 0 % t e r ã o 1 , 1 5 m e 5 0 % t e r ã o 1 , 3 0 m

C) dominância incompleta.

de
altura.

D) herança quantitativa.

E) 25% terão 1,15 m, 25% 1,30 m, 25% 1,45 m e 25%

E) epistasia. 1,60 m de altura.

96 Coleção Estudo

Genética: interação gênica

10. (PUC Minas) Na espécie humana, ocorre um tipo de **12.**
(UFRGS–2006) Na cebola, a presença de um alelo

surdez congênita, determinada pela homozigose dos dominante **C**
determina a produção de bulbo pigmentado;

genes recessivos **d** e **e**, que interagem na determinação em cebolas
cc, a enzima que catalisa a formação de

do caráter. Os genótipos **D_E_** produzirão indivíduos pigmento não é
produzida (cebolas brancas). Outro gene,

com audição normal, enquanto todos os outros herdado de forma
independente, apresenta o alelo **B**,

genótipos produzirão indivíduos surdos. No casamento

que impede a manifestação de gene **C**. Homozigotos **bb**

de indivíduos com audição normal, duplo-heterozigotos

não têm a manifestação da cor do bulbo impedida.

para os pares de alelos, assinale a proporção esperada

de descendentes normais heterozigotos para pelo menos Quais as proporções fenotípicas esperadas do

um dos pares. cruzamento de cebolas homozigotas coloridas com

A) 9/16 **BBcc**?

B) 12/16 A) 9/16 de cebolas brancas e 7/16 de cebolas

C) 3/9 coloridas

D) 5/9

B) 12/16 de cebolas brancas e 4/16 de cebolas

E) 8/16

coloridas

11. (PUC Minas–2006) Em cães da raça labrador *retriever*, C) 13/16 de cebolas brancas e 3/16 de cebolas

a cor da pelagem é determinada por um tipo de coloridas

interação gênica epistática de acordo com o esquema

D) 15/16 de cebolas brancas e 1/16 de cebolas

a seguir:

coloridas

E) 16/16 de cebolas brancas

Fenótipos 13. (UnB-DF) A altura de uma planta depende de dois

Preta pares de genes, **A** e **B**. O gráfico adiante mostra a Chocolate

variação da altura dos descendentes de dois indivíduos
BBEE di-híbridos.

BBee

Genótipos Bbee 6 BbEE bbEE

BBEe bbEe

BbEe s 5 bbee

Sabendo que o cruzamento (geração parental) entre um 4
macho com fenótipo chocolate e uma fêmea de fenótipo

3

amarela gera apenas filhotes com pelagem preta (geração
F1), um criador fez as seguintes afirmações: 2

I. Todos os filhotes produzidos nesse cruzamento são

heterozigotos, enquanto os pais são homozigotos para 1
Número de descendente

os dois pares de genes. 0

II. No cruzamento da fêmea parental com qualquer 120 130 140
150 160

cão de pelagem preta, não se espera a produção de Altura
(cm) descendentes com fenótipo chocolate.

Com relação ao gráfico, julgue os itens que

III. No cruzamento da fêmea amarela com um de seus

se
seguem.

filhotes de F1, espera-se que 50% dos descendentes

apresentem pelagem amarela. () Os efeitos quantitativos dos alelos **A** e **B** são,

IV. No cruzamento entre os filhotes de F1, espera-se respectivamente, 40 e 30 cm.

que 25% dos descendentes apresentem pelagem

() A frequência de descendentes heterozigotos, para os chocolate.

dois genes, é de 50%.

São afirmações **CORRETAS**

A) I, II e III, apenas. () Estão ilustrados cinco genótipos. C) I, III e IV, apenas.

B) II, III e IV, apenas. D) I, II, III e IV. () A herança apresentada é poligênica.

Editora Bernoulli **97**

Frente D Módulo 05

SEÇÃO ENEM Um casal, onde o homem tem olhos castanho-escuros e a mulher, olhos azul-claros, teve uma filha. Considerado

01. Em um caso de herança quantitativa (poligênica), as informações fornecidas pela tabela e não considerando

o número de genes envolvidos (número de poligenes) ocorrência de mutações, conclui-se que a filha deste

e o número de fenótipos possíveis obedecem à seguinte casal tem olhos

relação:

A)
olhos
azuis.

B)
olhos
cinza.

$N.^{\circ}$ de poligenes = $N.^{\circ}$ de fenótipos – 1

O gráfico a seguir refere-se a uma característica poligênica de uma planta, onde estão representados os diferentes tipos C) olhos verdes.
de fenótipos para a característica comprimento da espiga. D) olhos avelã.

Plantas (%) E) olhos castanhos.

30

20

10 **GABARITO**

0 **Fixação**

13 14 15 16 17 18 19 20 21

Comprimento da

espiga (em cm) 01. B

Fonte: LOPES. S. *Bio 3*. São Paulo: Saraiva, 2006, p. 145.

02.
C

É **CORRETO** dizer que a característica em questão

envolve a participação de 03. D

A) 10 poligenes. D) 21 poligenes. 04. A

B) 9 poligenes. E) 20 poligenes. 05. E

C) 8 poligenes.

02. Propostos A cor da íris do olho humano varia do azul claro ao

castanho-escuro (“preto”), passando pelo cinza, verde, 01. E

avelã e por algumas tonalidades de castanho. Essas

02.
C

diferentes cores são produzidas pela presença de

diferentes quantidades do pigmento melanina, o mesmo 03. D

que dá cor à pele e aos pelos. 04. C

Vamos considerar que a cor dos olhos na espécie humana

05.
E

seja resultado de uma interação entre quatro pares de

poligenes. A tabela a seguir mostra o número de alelos 06. E

efetivos no genótipo e os respectivos fenótipos.

07.
A

efetivos no genótipo Cor dos olhos Número de alelos 08.
B

09.
D

0 Azul-claro

1 10. E Azul-médio

2 Azul-escuro 11. A

3 Cinza 12. E 4 Verde

13.

F F

F

V

5 Avelã Seção Enem 6 Castanho-claro

7 Castanho-médio

8 01. C Castanho-escuro

Fonte: BURNS; Bottno. *Genética*. Rio de Janeiro: Guanabara 02. C

Koogan, 1991. p. 288.

98 Coleção Estudo

BIOLOGIA MÓDULO FRENTE

Genética: herança dos 06 D grupos sanguíneos

SISTEMA ABO

Vejamos, agora, alguns exemplos da herança do sistema ABO:

No chamado sistema ABO, o sangue humano é classificado • Uma mulher do grupo sanguíneo B precisa

em quatro tipos ou grupos: sangue A, sangue B, sangue AB urgentemente receber sangue. Sabendo que seu

e sangue O. Essa classificação baseia-se em certos tipos

marido pertence ao grupo A e que seus dois filhos de aglutinogênios (antígenos) presentes na membrana plasmática das hemácias e em certos tipos de aglutininas são um do grupo AB e outro do grupo O, determinar

(anticorpos) presentes no plasma. Veja o quadro a seguir: A) o genótipo das pessoas citadas.

Tipo sanguíneo Aglutinogênio(s) Aglutininas B) as pessoas, entre as citadas, que poderão doar

A A (a) anti-B sangue a essa mulher.

B B (b) anti-A **Resolução:**

AB A (a) e B (b) ausente Com os dados fornecidos pelo enunciado, podemos

O ausente anti-A e anti-B construir a seguinte genealogia.

e os genes com ela relacionados são: Essa característica é um caso de polialelia (alelos múltiplos), $I^A I^A$ Mulher Marido

- Gene I^A ou **A**: Determina a formação de sangue tipo A.
- Gene I^B ou **B**: Determina a formação de sangue tipo B.
- Gene ou **o**: Determina a formação de sangue tipo O.

Entre os genes $I^A I^B$ e $I^A I^A$, temos um caso de herança com

dominância absoluta, o mesmo ocorrendo entre os genes

I^B e I^A . Já entre os genes I^A e I^B , há uma codominância. O quadro a seguir mostra os diferentes genótipos com os

A) O filho do grupo O tem genótipo ; daí deduz-se

respectivos fenótipos para essa característica. que tanto o marido como a mulher são portadores

do gene I^A . Como o marido pertence ao grupo A,

Genótipos Fenótipos conclui-se que seu genótipo é $I^A I^A$. E, sendo a mulher

$I^A I^A$ ou AA Sangue tipo A do grupo B, seu genótipo é $I^B I^B$. O filho do grupo AB

$I^A I^B$ tem, evidentemente, genótipo $I^A I^B$ ou AO Sangue tipo A

$I_B I_B$ ou $B B$ Sangue tipo B *Resposta:* Mulher: I_B ; Marido: I_A ; Filhos: $I_A I_B$ e

I_B ou $B O$ Sangue tipo B

B) Sendo a mulher do grupo B, poderá receber sangue

$I_A I_B$ ou AB Sangue tipo AB apenas de indivíduos
pertencentes ao próprio

ou $O O$ Sangue tipo O grupo B ou ao grupo O. Logo, entre
os indivíduos

citados, apenas o filho do grupo O poderá doar

O quadro a seguir mostra as possíveis trocas
sanguíneas sangue à referida mulher.

por doação e por recepção no sistema ABO.

Resposta: Apenas o filho do grupo O.

Grupo sanguíneo Pode doar a Pode receber de

A • Uma mulher “receptora universal” para o sistema
A e AB A e O

ABO casa-se com um indivíduo cujos avós paternos

$B B$ e $AB B$ e O

e maternos são “doadores universais”. Como

$AB AB$ A, B, AB, O

poderão ser os fenótipos sanguíneos dos filhos

$O O$, A, B, AB O desse casal?

Frente D Módulo 06

Resolução:

Genótipos Fenótipos

A mulher, sendo “receptora universal”, pertence ao grupo $HHI^A I^A$, $HHI^A i$, $HhI^A I^A$, $HhI^A i$ Sangue A

sanguíneo AB e, portanto, seu genótipo é $I^A I^B$. O homem, $HHI^B I^B$, $HHI^B i$, $HhI^B I^B$, $HhI^B i$ Sangue B cujos avós paternos são do grupo O () e avós maternos também do grupo O (), tem pai e mãe do grupo O (). $HHI^A I^B$, $HhI^A I^B$ Sangue AB

Logo, esse homem também pertence ao grupo O e tem HH , Hh Sangue O o genótipo. Assim, do casamento entre uma mulher

$I^A I^A$, $hhI^A i$, $hhI^B I^B$, $hhI^B i$, $hhI^A I^B$, hh Sangue “Falso” O $I^A I^B$ com um homem, os filhos poderão ser do grupo

A (I^A) ou do grupo B (I^B), conforme mostra o genograma a seguir: Os indivíduos de genótipos HH , Hh e os de genótipos

$hhI^A I^A$, $hhI^A i$, $hhI^B I^B$, $hhI^B i$, $hhI^A I^B$, hh , por meio das

Gametas técnicas tradicionais de determinação da tipagem sanguínea, $I^A I^B$

sangue A $I^A I^B$ A diferença entre o “verdadeiro” O e o “falso” O é

dada pelo $I^A I^B$ são identificados como sendo do grupo sanguíneo O.

sangue B

aglutinogênio H. O verdadeiro O não possui os aglutinogênios

$I^A I^B$ A e B, mas possui o aglutinogênio H. O “falso” O, além de

sangue A sangue B não possuir os aglutinogênios A e B, também não tem o

aglutinogênio H. Os indivíduos “falso” O correspondem a

Resposta: Sangue tipo A ou sangue tipo B. uma pequena parcela da população (menos de 1%), sendo

OBSERVAÇÃO mais frequentes na Índia, especialmente na região de

Bombaim, vindo daí a expressão fenótipo Bombaim para se

Na realidade, a herança do sistema ABO envolve referir ao sangue “falso” O.

a participação de dois pares de genes situados em

cromossomos homólogos distintos. Trata-se, portanto, de um Como a frequência em nossa população do sangue “falso”

caso de interação gênica envolvendo dois pares de genes. O é muito baixa, ao resolvermos problemas relacionados

Um desses pares é constituído pelos genes **H** e **h**. O gene **H** com a herança do sistema ABO, normalmente consideramos

determina a formação de um antígeno, o aglutinogênio **H**, apenas os genes **I_A**, **I_B** e **i**. enquanto o gene **h** impede a formação desse aglutinogênio.

Assim, para esse par de genes, podemos ter os seguintes **SISTEMA RH (SISTEMA D)** genótipos: **HH**, **Hh** e **hh**. Indivíduos **HH** ou **Hh** produzem o

aglutinogênio **H**, enquanto os indivíduos **hh** não produzem

esse aglutinogênio. É a partir do aglutinogênio **H** que Nesse sistema, o sangue humano é classificado

são formados os aglutinogênios A e B do sistema ABO. em dois tipos: Rh positivo (Rh⁺) e Rh negativo (Rh⁻). Assim, o gene **I_A**, agindo sobre o aglutinogênio **H**, promove Essa classificação baseia-se na presença ou não na membrana

a síntese do aglutinogênio A, enquanto o gene **I_B** determina das hemácias do aglutinogênio (antígeno) fator Rh (fator D).

a formação do aglutinogênio B. + As pessoas que possuem o fator Rh são ditas Rh (Rh positivo),



enquanto as que não o possuem são Rh- (Rh negativo).

Gene I_A Gene I_B A presença ou não do fator Rh na membrana das hemácias

é determinada pelos seguintes genes:

Aglutinogênio H Aglutinogênio H

- Gene **R** (gene **D**): Determina a formação do fator

Aglutinogênio A Aglutinogênio B Rh, ou seja, determina que o sangue seja Rh⁺

(Rh
positivo)

Observe que, para formar aglutinogênios A e B, primeiro é

preciso que se forme o aglutinogênio H. • Gene **r** (gene **d**): Não determina a formação do fator

Rh,
ou
seja,
determina
que
o
sangue
seja

Pelo que acabamos de ver, o indivíduo, para ser do grupo

sanguíneo A, além de ser $I_A I_A$ ou I_A , precisa ter também Como entre esses dois alelos há dominância absoluta,

pelo menos um gene H ; para ser do grupo B, além de ser os possíveis genótipos e respectivos fenótipos para essa

I característica são: $I_B I_B$ ou I_B , também precisa ter pelo menos um gene H ,

e para ser do grupo AB, além de ser $I_A I_B$, precisa ter pelo Fator Rh

menos um gene H . Se o indivíduo for hh , não haverá a
Genótipos Fenótipos

produção do aglutinogênio H e, nesse caso, mesmo que Rh^+ (Rh positivo) ou RR (DD) tenha os genes I_A e / ou I_B , não haverá a produção dos D^+ (D positivo)

aglutinogênio A e / ou B. Rh^+ (Rh positivo) ou Rr (Dd) D^+ (D positivo) Concluimos, então, que os genótipos e os fenótipos para

o sistema ABO são: Rh^- (Rh negativo) ou rr (dd) D^- (D negativo)

Genética: herança dos grupos sanguíneos

As pessoas Rh-- ou D não nascem com a aglutinina anti-Rh ou anti-D, mas têm a capacidade de produzi-la quando o

seu sangue entra em contato com o aglutinogênio Rh. Isso, evidentemente, pode ocorrer quando se realizam transfusões

sanguíneas erradas, ou seja, quando uma pessoa Rh- + recebe sangue Rh. O quadro a seguir mostra como devem ser as

transfusões sanguíneas, considerando o sistema Rh.

Tipo de sangue	Pode doar a	Pode receber de
----------------	-------------	-----------------

Rh+	Rh+	Rh+ e Rh-
-----	-----	-----------

Rh-	Rh+ e Rh-	Rh-
-----	-----------	-----

Outro problema muito importante relacionado ao sistema Rh é a incompatibilidade materno-fetal, ocasionando a

eritroblastose fetal, também conhecida por doença

hemolítica do recém-nascido (DHRN). A ocorrência dessa doença só é

possível quando a mãe for Rh⁻ (Rh negativo) e gerar uma criança Rh⁺ (Rh positivo). Evidentemente, para que essa situação

ocorra, o pai da criança deverá ser Rh⁺ (Rh positivo).

1ª Gravidez Parto 2ª Gravidez

Mãe Rh⁺ O organismo - Mãe Rh⁺ materno
fabrica anticorpos anti-Rh⁻ (rr)
(rr) (rr) Passagem de Placenta anticorpos
anti-Rh⁻ Rh⁺ Hemorragias Rh⁺ para a criança



Passagem de BIOLOGIA



hemácias fetais



(Rh₊) para a mãe



Esquema mostrando a origem da eritroblastose fetal – Quando a mãe tem sangue Rh⁻ e gera um filho Rh⁺, o seu organismo sofre, notadamente por ocasião do parto (quando do descolamento da placenta), uma invasão de hemácias fetais que contêm o aglutinogênio Rh, estranhos a ela. Com isso, há uma sensibilização do organismo dessa mulher ao fator Rh que, assim, começa a produzir e a acumular no sangue a aglutinina anti-Rh. Em gestações posteriores, as aglutininas anti-Rh maternas podem atravessar as barreiras placentárias e alcançar a circulação do feto. Sendo esses filhos também Rh⁺, haverá a incompatibilidade entre as aglutininas anti-Rh provenientes da circulação materna com as hemácias fetais que contêm o fator Rh, ocasionando a aglutinação do sangue da criança, com destruição das suas hemácias (hemólise). Num mecanismo de defesa, a medula óssea vermelha da criança começa a lançar, na circulação, hemácias ainda muito jovens, os eritroblastos. Daí, o nome eritroblastose fetal.



Quando uma criança nasce e é feito o diagnóstico da doença hemolítica do recém-nascido, a mesma poderá



ser salva por meio da exotransfusão sanguínea. Trata-se de um procedimento que consiste em substituir



gradualmente todo o sangue da criança por sangue Rh⁻. Isso dará tempo para que no organismo da criança



ocorra a destruição das aglutininas anti-Rh recebidas da mãe, até que haja a produção de novas hemácias com o

▪

fator Rh. Há casos mais graves nos quais a criança nasce profundamente edemaciada (inchada) e, nesses casos,



o índice de mortalidade costuma ser elevado.



Não devemos esquecer também que, atualmente, a eritroblastose fetal pode ser prevenida através da administração à



mãe Rh- (dentro das 72 horas após o parto) de um soro contendo elevadas doses de aglutinina anti-Rh, também chamada



de imunoglobulina anti-D. Dessa forma, esses

anticorpos vão destruir rapidamente na circulação materna todas as hemácias



contendo o fator Rh provenientes do feto. Isso evitará que o organismo materno faça o reconhecimento do fator Rh como



sendo um elemento estranho e, conseqüentemente, impedirá que essa mulher se sensibilize ao fator Rh, ou seja, a mulher



não produzirá em seu próprio organismo a aglutinina anti-Rh. Uma vez eliminadas as hemácias invasoras provenientes da



circulação do feto, o organismo materno metaboliza os anti-Rh que recebeu em altas doses após o parto.



Editora Bernoulli 101





Frente D Módulo 06

A aplicação desse soro contendo elevada dose de anti-Rh Quanto às transfusões sanguíneas,

normalmente o

só é válida se feita logo após o primeiro parto de filho Rh⁺ sistema MN não causa grandes preocupações, já que não

e repetida todas as vezes que nascerem novos filhos Rh⁺. existem previamente os anticorpos anti-M e anti-N no plasma

Numa mulher que já esteja sensibilizada ao fator Rh, ou dos indivíduos. Transfusões repetidas podem, no entanto,

seja, que já produz e tem circulando em seu corpo o anti-Rh, sensibilizar o indivíduo e desencadear a produção desses

a aplicação desse soro não tem qualquer significado. anticorpos.

O conhecimento do tipo de sangue para o sistema

Vejamos agora um exemplo da herança do sistema Rh:

MN é muitas vezes de grande valia em Medicina Legal,

- Um homem, cujos pais são Rh⁻, casa-se com uma especialmente nos exames de exclusão de paternidade.

mulher Rh⁺ + - + , filha de pai Rh e mãe Rh.
Qual a Veja o exemplo a seguir:

probabilidade de o primeiro filho do casal ser uma - • Uma mulher do grupo sanguíneo AB, Rh

,
criança Rh⁺? + M acusa, na Justiça, um indivíduo do grupo O, Rh, MN

Resolução: de ser o pai de seu filho, uma criança do grupo A, Rh⁺, N.

- Essa acusação pode ser contestada pela genética?

O homem em questão é Rh (**rr**), uma vez que

Explica

seus pais também são Rh⁻. A mulher é Rh⁺

heterozigota (**Rr**), uma vez que recebeu de sua mãe o

Resolução:

gene **r**. Então, o casal em questão é **rr x Rr**. A probabilidade Considerando apenas o sistema ABO, o indivíduo pode

de esse casal ter uma criança Rh⁺ será de 1/2 (50%).
ser o pai, uma vez que um indivíduo do grupo O ()
com

uma mulher do grupo AB (**I^AI^B**) pode ter filhos **I^A** , ou seja,

Resposta: 1/2 (50%) do grupo A.

SISTEMA MN Quanto ao sistema Rh, a criança em questão também pode

ser

filha do
casal,
uma
vez que
a união
de um
indivíduo
 Rh_+
(**RR** ou
Rr)
com
uma
mulher
 Rh_- (**rr**)
pode
gerar
filhos
Rr, isto
é, Rh_+ .

Nesse sistema, o sangue humano é classificado em
três

tipos: sangue M, sangue N e sangue MN. Os indivíduos
Quanto ao sistema MN, porém, a criança não pode ser

que têm sangue M possuem na membrana de suas
filha desse casal, uma vez que a união de um
indivíduo do

hemácias o aglutinogênio M; os indivíduos de sangue
N grupo MN ($L_M L_N$) com uma mulher do grupo M
($L_M L_M$) só

pode gerar filhos dos grupos M ($L_M L_M$) ou MN ($L_M L_N$),
não

possuem o aglutinogênio N, e os de sangue MN possuem

sendo possível o nascimento de criança do grupo N ($L_N L_N$).

os aglutinogênios M e N.

Os genes responsáveis pela determinação do tipo de_N genética, uma vez que uma criança do grupo N (L Resposta: A acusação pode ser contestada através da

L_N)

sangue nesse sistema de classificação são:

não pode ser filha de um casal, no qual a mãe é do grupo

- M ($L_M L_M$) e o pai, do grupo MN ($L_M L_N$). Assim, através da Gene L_M : Determina a formação de sangue tipo M.

herança genética dos grupos sanguíneos, pode-se excluir

- Gene L_N : Determina a formação de sangue tipo N. o indivíduo em questão de ser o possível pai da criança.

Entre esses dois genes há uma codominância. Assim, OBSERVAÇÃO

quando esses dois genes estiverem juntos no mesmo

Através do exame da tipagem sanguínea, pode-se,

genótipo, o indivíduo terá sangue MN.

vezes, excluir um indivíduo de ser o pai de determinada

Para essa característica distinguem-se, então, três criança, ou excluir a possibilidade de uma criança ser filha

genótipos e três fenótipos diferentes, conforme mostra o de determinado casal. Esse exame, entretanto, não permite

quadro a seguir: a confirmação da paternidade ou a confirmação de que

uma criança é realmente filha de determinado casal. Para a

Sistema MN confirmação da paternidade, há um exame mais sofisticado,

Genótipos o teste do DNA, que permite confirmar a paternidade com **Fenótipos**

L LM Sangue tipo M

M 99,9% de certeza. Trata-se de um teste que compara segmentos de DNA da criança, da mãe e do(s) possível(eis)

L_NL_N Sangue tipo N pai(s). O teste do DNA também permite decidir a filiação L_ML_N Sangue tipo MN de um criança que esteja sendo disputada por dois ou

mais

102 Coleção Estudo

Genética: herança dos grupos sanguíneos

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 03. (UFJF-MG)

Além do teste de DNA, há exames mais simples que podem ajudar a esclarecer dúvidas sobre

paternidade. Por exemplo, o teste de tipagem sanguínea

01. do sistema ABO permite determinar quem não pode ser o

(PUC Minas) No ambulatório de uma pequena cidade do

pai. Assinale a alternativa que apresenta uma situação em

interior, estava D. Josefa, que precisava urgentemente de

que esse exame assegura a exclusão da paternidade.

transfusão sanguínea, mas não sabia o seu grupo sanguíneo.

Como faltavam antissoros para a determinação dos grupos do tipo

A. A) O filho é do tipo O, a mãe do tipo O e o suposto pai

sanguíneos no sistema ABO, Dr. Epaminondas, que é do

B) O filho é do tipo AB, a mãe do tipo AB e o suposto pai

grupo A, usou de um outro recurso: retirou um pouco de seu do tipo O.

próprio sangue do qual separou o soro, fazendo o mesmo

C) O filho é do tipo AB, a mãe do tipo A e o suposto pai

com o sangue de D. Josefa. O teste subsequente revelou do tipo B.

que o soro do Dr. Epaminondas provocava aglutinação das

D) O filho é do tipo B, a mãe do tipo B e o suposto pai hemácias de D. Josefa, mas o soro de D. Josefa não era do tipo O.

capaz de aglutinar as hemácias do Dr. Epaminondas.

E) O filho é do tipo A, a mãe do tipo A e o suposto pai A partir dos resultados, Dr. Epaminondas pôde concluir do tipo B.

que D. Josefa apresenta sangue do grupo

A) A. **04.** (PUC Minas–2007) Os esquemas mostram as possíveis

transfusões de sangue tradicionais em relação aos

B) B. sistemas ABO e Rh.

C) AB. o

D) O.

O

02. Rh⁺ Rh⁺ (FCMMG) O heredograma a seguir representa os tipos de grupos sanguíneos dos indivíduos de uma família. A A B B

I Rh⁻ Rh⁻ AB 1 2 **BIOLOGIA**

II AB

1 2 3 4 Pode-se dizer que os tipos sanguíneos mais difíceis e

III mais fáceis para receber sangue são, respectivamente,

1 2

IV + -- + A) O Rh e O Rh . C) A Rh e OB Rh.

1 - B) O Rh e AB Rh+. D) AB Rh + e O Rh -.

Observações: 05. (Cesgranrio) A observação do esquema a seguir, que

- Os indivíduos I.1 e I.2 apresentam grupos sanguíneos representa a genealogia de uma família em relação aos

diferentes e apenas um tipo de aglutinógeno. grupos sanguíneos MN, nos permite afirmar que

- O indivíduo II.1 pode receber sangue de todos os 1 2

tipos sanguíneos. MN MN

- Os indivíduos II.2 e III.1 têm fenótipo igual ao de I.2 3 4 7 e apenas aglutinina anti-A. 5 6

- Os indivíduos II.3, II.4 e III.2 têm genótipo igual ao M N M MN M de I.1.

8 9

- O indivíduo IV.1 tem fenótipo diferente de todos os MN MN indivíduos citados.

A) sangue MN é característica determinada por gene

Analise o heredograma de acordo com as observações e

dominante.

marque a alternativa **INCORRETA**.

B) os indivíduos 4 e 5 são heterozigotos.

A) I.1 apresenta aglutinógeno A.

C) o casal 3 e 4 poderá ter filhos dos três tipos de grupos

B) Os genótipos de I.2, II.2 e III.1 são iguais. sanguíneos.

C) O indivíduo IV.1 apresenta aglutinina nas hemácias. D) se o

indivíduo 5 casar-se com uma mulher de

D) Oito indivíduos no heredograma são heterozigotos sangue N, todos os filhos serão heterozigotos.

para os grupos sanguíneos. E) um próximo filho do casal 6 e 7 poderá ser do grupo N.

Editora Bernoulli 103

Frente D Módulo 06

EXERCÍCIOS PROPOSTOS 05. (UFMG)

1ª Gravidez 2ª Gravidez

01. Mãe

(UFMG) Um homem, cujo sangue possui aglutininas Rh negativo anti-A e anti-B, é casado com uma mulher que possui aglutinogênios A e B. As seguintes pessoas poderão (ocorre

durante

receber sangue de pelo menos um dos filhos desse o parto) casamento, **EXCETO**

A) pessoas do grupo A.

B) pessoas do grupo B.

C) os irmãos.

D) o pai. criança

E) a mãe. Rh positivo

Hemácia com antígeno RH Anticorpo anti-RH

02. (PUC Minas) O heredograma a seguir representa os grupos + A presença do antígeno Rh (Rh) nas hemácias é

sanguíneos de alguns indivíduos. condicionada por um gene autossômico dominante (**R**),

e a ausência (Rh-), pelo alelo recessivo correspondente (**r**).

I A

1 Com base nesses dados e no desenho, a alternativa

2 ERRADA é:

II - B O O A) Uma mulher Rh não apresenta naturalmente

1 2 3 4 anticorpos anti-Rh.

III B) Anticorpos anti-Rh são produzidos pelas pessoas Rh- B

1 quando seu sangue entra em contato com o antígeno Rh.

Em função do heredograma dado, é **CORRETO** afirmar: C) O pai da criança pode ter genótipo **RR** ou **Rr**.

A) I.1 pode doar sangue para I.2 e II.3. D) O genótipo da criança deve ser **Rr**.

B) I.2 é obrigatoriamente do grupo sanguíneo B. E) Pelo menos um dos avós da criança deve ser Rh-.

C) I.2 só pode receber sangue de II.2 e II.4. 06.
(FCMSC-SP) Um casal é estéril, pois a esposa tem atrofia

D) II.3 é obrigatoriamente do grupo sanguíneo B. de útero e o marido oligospermia (produz espermatozoides

E) III.1 é obrigatoriamente homozigoto. normais, mas em pequeno número). Além disso, sabe-se

que ela é Rh+ homozigota, e ele é Rh-. O casal decide

03. (UFMG) Observe o heredograma. ter um “bebê de proveta”, contando, para isso, com a

colaboração de uma outra mulher que receberá em seu próprio útero o zigoto formado por aquele casal. Sabe-se que essa “mãe emprestada” já teve quatro filhos, sendo que os dois últimos apresentaram a doença hemolítica do recém-nascido. A probabilidade de o “bebê de proveta”, após os nove meses no útero da “mãe emprestada”,

Em análise de sangue dos indivíduos da primeira geração, nascer com aquela doença hemolítica é

constatou-se, em ambos, a ausência de antígeno A) nula, pois sua mãe genética é homozigota.

Rh (característica condicionada por gene autossômico - B) nula, pois seu pai genético é Rh .

recessivo). Os indivíduos da terceira geração, entretanto, C) nula, pois tal doença só ocorre quando, num casal,

apresentaram esse antígeno. Dos casais representados, - + a mãe é Rh e o pai, Rh.

estão sujeitos a ter crianças com eritroblastose fetal D) alta, já que o “bebê de proveta” será Rh+ com certeza.

A) apenas I.1 x I.2. E) alta, pois a “mãe emprestada” é Rh+ .

B) apenas II.1 x II.2. 07. (UFJF-MG) Uma mulher do grupo sanguíneo A, Rh positivo,

C) apenas II.5 x II.6. teve uma criança do grupo B, Rh negativo. Dois indivíduos

D) apenas II.1 x II.2 e II.5 x II.6. foram indicados como possíveis pais: o indivíduo X, do

grupo sanguíneo B, Rh positivo, e o indivíduo Y, do grupo

E) I.1 x I.2, II.1 x II.2 e II.5 x II.6. sanguíneo AB, Rh negativo. Considerando-se esses dados,

04. (FUVEST-SP) Quando os cônjuges têm sangue do tipo AB, A) X pode ser homozigoto para os genes do sistema ABO.

os tipos **POSSÍVEIS** de sangue dos filhos são apenas B) A mulher é heterozigota tanto para os genes do

sistema ABO quanto para os do sistema Rh.

A) A e AB. D) A, AB e O. C) Y não pode ser o pai da criança.

B) A e B. E) A, B e O. D) A criança pode doar sangue para X e Y.

C) A, B e AB. E) A mãe não forma anticorpos anti-Rh.

104 Coleção Estudo

Genética: herança dos grupos sanguíneos

08. (FUVEST-SP) Uma criança tem sangue do tipo O, Rh⁺, M. **12.** (UFMG) Observe a figura que se refere à determinação

O tipo sanguíneo de sua mãe é B, Rh⁻, MN. O pai da de grupo sanguíneo ABO.

criança poderia ser Anti-B Anti-B Anti-B Anti-B A A A A) AB, Rh⁺, MN.
D) A, Rh⁻, MN. Anti-Anti-Anti-Anti-



B) B, Rh⁺, M. E) O, Rh⁻, MN.



C) O, Rh+ 1 2 3 4 , N.

09. (OSEC–SP) A tabela a seguir indica os resultados das Aglutinação
Não aglutinação

determinações dos grupos sanguíneos dos sistemas ABO

e MN. Com base nas informações contidas nessa figura e em

seus conhecimentos sobre o assunto, pode-se afirmar que

Soro Anti-A Soro Anti-B Soro Anti-M Anti-N Soro A) indivíduos do
tipo determinado em 4 podem doar

♀ sangue para 1 e 3. + + + -

B) indivíduos do tipo determinado em 3 podem ter

♂ B B B - + + + genótipo I I ou I .

Esses resultados permitem concluir que esse casal C) indivíduos do
tipo determinado em 2 formam os dois

poderá ter um filho com qualquer um dos fenótipos tipos de
antígenos.

a seguir, **EXCETO** D) indivíduos do tipo determinado em 1 podem
receber

A) sangue de todos os outros tipos. AB, M. C) B, MN. E) A, N.

B) E) crianças dos grupos A e O podem nascer da união de B, M. D)
AB, MN.

indivíduos dos tipos determinados em 1 e 4.

10. (FCMMG) Um médico patologista realiza exames de

sangue e classifica-os em grupos sanguíneos pelo **13.** (PUC Minas–2006) O esquema apresenta uma árvore

sistema ABO e pelo sistema Rh. Essas classificações genealógica de alguns primatas e seus possíveis grupos sanguíneos no sistema ABO, de acordo com a seguinte são importantes para que as transfusões se façam com composição genética: sucesso de doadores para receptores no mesmo grupo.

- Indivíduos que apresentem apenas alelo dominante O patologista, ao executar os exames, baseia-se no fato A B I e não apresentem I pertencem ao grupo A. de que
- Indivíduos que apresentem apenas alelo dominante A) ocorrerá uma reação do tipo antígeno-anticorpo I B A e não apresentem I pertencem ao grupo B. quando houver incompatibilidade de transfusão entre

BIOLOGIA

- Indivíduos que

apresentem os dois alelos dominantes doador e receptor. A B I e I pertencem ao grupo AB. B) indivíduos do grupo A possuem antígeno B em suas • Indivíduos que apresentem apenas alelos recessivos hemácias e indivíduos do grupo B possuem antígeno A. pertencem ao grupo O. C) indivíduos do grupo O são receptores universais,

podendo receber qualquer sangue, por não possuírem AB B
AO ABO nenhum antígeno. s s

D) indivíduos do grupo AB possuem anticorpos A e B.

11. Humano (UFMG) Este heredograma representa uma família na qual angotangos Gorila

foram determinados os grupos sanguíneos do sistema Chimpanzés Or
ABO para alguns dos membros e do sistema Rh para
todos os membros. Perde I_B Perde e I_A

Rh negativos Perde

A O

Rh positivos

O O Ancestral ABO

Com base nas informações contidas no heredograma e

em seus conhecimentos sobre o assunto, é **INCORRETO** De acordo com o esquema, somente humanos podem

afirmar que apresentar os quatro grupos sanguíneos no sistema ABO.

Considerando-se apenas os antígenos do sistema ABO,

A) a probabilidade de o indivíduo I.2 formar gametas R é correto afirmar, **EXCETO**

é de 50%.

B) a probabilidade de II.4 ter uma criança com A) Apenas dois dos primatas citados podem apresentar indivíduos doadores universais no sistema ABO. eritroblastose fetal é de 0%.

C) os indivíduos Rh positivos da geração II pertencem ao B) Orangotangos podem apresentar três grupos

grupo sanguíneo A, e os Rh negativos, ao grupo O. sanguíneos, mas chimpanzés, apenas dois.

D) o indivíduo I.1 é heterozigoto para uma das C) Apenas dois dos primatas da árvore podem apresentar

características. indivíduos receptores universais no sistema ABO.

E) os indivíduos II.3 e II.4 podem apresentar os dois D) Alguns gorilas podem receber sangue de alguns

tipos de aglutinina do sistema ABO. orangotangos, mas não de chimpanzés.

Editora Bernoulli 105

Frente D Módulo 06

14. (UFMG) O heredograma a seguir representa uma família tiver

aglutinogênio A, o receptor não poderá ter aglutinina

da qual foram testados os indivíduos da segunda geração anti-A; se o doador tiver aglutinogênio B, o receptor não

quanto à presença de antígeno Rh. poderá ter aglutinina anti-B.

A tabela a seguir mostra o resultado do exame de tipagem sanguínea para o sistema ABO, realizado com os membros

de
267
famílias.

Os fenótipos desses indivíduos acham-se representados – – + +
Filhos Nº de Pais famílias O AB AB no interior dos respectivos
símbolos onde (+) indica

Rh positivo, e (–) indica Rh negativo. Considerando a 1. O x O 41
126 01 00 00

incompatibilidade materno-fetal condicionada apenas 2. A x A 22
10 70 00 00

pelo fator Rh, assinale a alternativa que cita todos os

indivíduos que correm o risco de vir a ter filhos com 3. O x A 68 69
102 00 00

eritroblastose fetal. 4. B x B 01 01 00 01 00

A) II-3, apenas. C) II-1 e II-2. E) II-1 e II-3. 5. O x B 13 18 00 29 00

B) II-4, apenas. D) II-3 e II-4. 6. A x B 22 10 16 13 26

7. O x AB 43 00 50 60 00

SEÇÃO ENEM 8. A x AB 42 00 59 21 33 9. B x AB 13 00
08 20 15

01. No quadro a seguir, estão os resultados do exame de 10. AB x AB

tipagem sanguínea de dois indivíduos. Esse exame

é realizado adicionando-se a gotas de sangue dos **Total 267 234**
309 148 75

de aglutinação está indicada pelo sinal + e ausência, Entre os casais citados na tabela, aquele(s) em que indivíduos os soros anti-A, anti-B e anti-Rh. A ocorrência

pelo sinal -. ambos os pais pode(m) receber sangue de todos os filhos

é(são) o(s) indicado(s) pelo(s) número(s)

Indivíduo Soro anti-A Soro anti-B Soro anti-Rh A) 1, apenas.
C) 9 e 10. E) 8, 9 e 10.

♂ --- B) 10, apenas. D) 2, 4 e 10

♀ + + +

Caso o casal de indivíduos em questão resolva ter um filho,

GABARITO

qual é a probabilidade de a criança nascer com a doença

hemolítica do recém-nascido e ser do grupo sanguíneo O?

A) 0% (zero) C) 50% E) 100% **Fixação**

B) 25% D) 75%

de aglutinogênios e

aglutininas presentes nos diferentes grupos sanguíneos

Propostos do sistema ABO.

Tipo de Aglutinogênio (nas Aglutininas 01. D 08. B sangue hemácias) (no plasma)

A 02. B 09. E A anti-B

B B anti-A 03. B 10. A

AB A e B ausente 04. C 11. C

O ausente anti-A e anti-B

05. E 12. C

Em qualquer transfusão sanguínea, a primeira opção é

06. D 13. D

a de que o doador e o receptor sejam do mesmo grupo

sanguíneo. Entretanto, em casos de urgência e desde que o 07. C 14.

E

volume de sangue necessitado não seja grande, é possível

transfusões em que o doador e o receptor sejam de grupos Seção

Enem

distintos. Nesse caso, para saber se uma transfusão é

possível de ser realizada, sem riscos para o receptor,

deve-se conhecer o(s) aglutinogênio(s) do doador e a(s) 01. A aglutinina(s) do receptor. Havendo incompatibilidade entre 02. D eles, a transfusão não pode ser feita, ou seja: se o doador

106 Coleção Estudo

BIOLOGIA MÓDULO FRENTE

Genética: 07 D herança ligada aos

cromossomos sexuais

Na espécie humana e em muitas outras espécies, Vejamos uma aplicação do exemplo anterior na resolução

os cromossomos estão distribuídos em dois grandes grupos: de um problema:

autossomos e cromossomos sexuais (heterossomos, • Um homem que possui retinite pigmentar e cujo pai alossomos). tem visão normal casa-se com uma mulher de visão

Os cromossomos sexuais humanos são de dois tipos: normal. Qual a probabilidade de o casal ter como

X e Y. primeiro filho uma criança com retinite

pigmentar?

Partes homólogas do X e do Y (pseudoautossômicos)

⇒ **Resolução:** genes parcialmente ligados ao sexo

Como o pai do homem em questão tem visão normal,
o gene

para a retinite foi herdado juntamente com o
cromossomo X

Parte X Parte Y o de sua mulher é X da sua mãe.

Assim, o genótipo do homem é $X_R Y_r$, enquanto

Específica Específica $x_r x$. Com os possíveis gametas

que esses (não tem homóloga (não tem homóloga

indivíduos são capazes de formar, construímos o

genograma no Y) no X) a seguir, onde estão indicados

os possíveis genótipos e

respectivos fenótipos dos filhos desse casal.

Genes ligados ao sexo Genes restritos Gametas

$Y \text{ } \text{♀} \text{ } x \text{ ao sexo}$

$\text{♂ } x_r X_r$

$X X_R X_R x_r X_R x_r$

Cromossomos sexuais humanos – A herança envolvendo $Y_r X_r Y_r X_r Y_r$
genes localizados nos cromossomos sexuais pode ser parcialmente

Conforme mostra o genograma, a probabilidade de o
casal

ligada ao sexo, ligada ao sexo ou restrita ao sexo.

ter uma criança com a anomalia (retinite pigmentar) é de

HERANÇA PARCIALMENTE 50%

(1/2). Observe também que, nesse exemplo, todos os

filhos do sexo masculino serão normais, enquanto todos os

LIGADA AO SEXO do sexo feminino

apresentarão a anomalia. *Resposta:* 1/2 (50%)

Os genes se localizam nas partes homólogas (regiões

HERANÇA LIGADA AO SEXO

pseudoautossômicas) dos cromossomos X e Y. Como

exemplo, podemos citar os genes que determinam ou

não a retinite pigmentar, doença condicionada por gene

Os genes ligados ao sexo localizam-se no segmento X

específico, isto é, na parte do cromossomo X que não tem

dominante que causa degeneração da retina, levando

à cegueira. Os genótipos e respectivos fenótipos para essa parte homóloga correspondente no cromossomo Y. característica estão indicados no quadro a seguir:

As mulheres, por terem no cariótipo dois cromossomos X,

possuem genes ligados ao sexo em dose dupla,
formando pares

Sexo masculino (de alelos. Dessa forma, em
relação às características ligadas ao ♂) **Sexo**
feminino (♀)

sexo, as mulheres poderão ser homozigotas ou
heterozigotas,

Genótipos Fenótipos Genótipos Fenótipos

conforme os pares de genes alelos ligados ao sexo
sejam

X retinite iguais ou diferentes. Já os homens, por
terem apenas um R Y_R retinite X_R X_R pigmentar
pigmentar cromossomo X no cariótipo, possuem genes
ligados ao sexo

X_RY_r ou retinite retinite em dose simples. Desse
modo, os homens, com relação às X_R X_r características
ligadas ao sexo, são ditos hemizigotos. X_r Y_R pigmentar
pigmentar

X_rY_r normal X_RX_r normal Daltonismo e hemofilia são
exemplos de características

ligadas
ao
sexo.

Frente D Módulo 07

Daltonismo $X_dX_d \times X_DY$

Trata-se de uma anomalia na qual o indivíduo não consegue distinguir determinadas cores. O tipo mais comum

é aquele em que não se distingue o verde do vermelho. Essa

anomalia é determinada por um gene recessivo ligado ao X X_dX_d X_DY sexo, o gene **d**. O alelo **D** condiciona uma visão normal no que se refere à distinção das cores. Assim, pode-se ter os

seguintes genótipos e respectivos fenótipos:
Construindo-se um genograma com os gametas dos

indivíduos do casal anterior, temos:

Genótipos Fenótipos

X_DX_D Normal **Gametas**

X_DX_d Normal portadora ♂ $X X_d$ Daltônica

♀ $X_d X_D Y$

X_DY Normal $X_d X_DX_d X_dY$

O fenótipo normal refere-se à visão normal para as cores.

Como mostra o genograma anterior, a probabilidade de

A mulher normal heterozigota também é dita o casal ter uma menina daltônica ($X_d X_d$) é nula (0%), uma normal portadora ou, simplesmente, portadora. Nos

vez que todas as filhas desse casal serão normais, embora

heredogramas, essas mulheres podem ser representadas portadoras no genótipo do gene para o daltonismo. Já os .

pelo símbolo . meninos que o casal tiver serão todos daltônicos ($X_d Y$).

Não existem homens normais portadores ou heterozigotos **Hemofilia**

para as características ligadas ao sexo.

Observe que, para ser daltônico, o homem precisa ter Distúrbio em que a coagulação do sangue é deficiente,

o gene **d** no único cromossomo X que possui no cariótipo. devido à falta de fatores plasmáticos de

coagulação.

Assim, ao receber um cromossomo X_d São conhecidos dois tipos de hemofilia ligada ao sexo: da mãe, já que o

outro cromossomo sexual, o cromossomo Y, é recebido hemofilia A e hemofilia B.

o homem seja daltônico, sua mãe deverá ser daltônica globulina anti-hemofílica (também conhecida por fator d ($X X_d$) ou pelo menos portadora ($X_D X_d$). A mulher, para ser VIII de coagulação). É determinada por gene recessivo do seu pai, o homem será daltônico. Por isso, para que A hemofilia A caracteriza-se pela falta no plasma de

daltônica, precisa ter, em cada um dos dois cromossomos X (gene h), ligado ao sexo (ligado ao cromossomo X).

precisa ter no cariótipo o cromossomo X_d em dose dupla esse tipo de hemofilia, temos os seguintes genótipos e_d ($X X_d$) e, para que isso aconteça, o seu pai terá de ser respectivos fenótipos: que possui, o gene d . Assim, para ser daltônica, a mulher Cerca de 85% dos casos de hemofilia são desse tipo. Para

daltônico ($X_d Y$) e sua mãe, daltônica ($X_d X_d$) ou portadora ($X_D X_d$). Como essa situação é menos frequente do que a anterior, justifica-se a maior frequência do daltonismo entre Genótipos Fenótipos

os homens, aproximadamente 5%, enquanto nas

mulheres $X_H X_H$ Normal

atinge apenas cerca de 0,25%. $X_H X_h$ Normal portadora

Veja um exemplo de daltonismo: $X_h X_h$ Hemofílica

- Uma mulher daltônica, cujo irmão tem visão normal $X_H Y$ Normal

para as cores, casa-se com um homem de visão $X_h Y$ Hemofílico normal. Determinar o genótipo dos indivíduos citados

e dos pais da mulher, bem como a probabilidade de

O fenótipo normal refere-se à coagulação sanguínea o casal ter uma criança do sexo feminino daltônica.

normal, que é condicionada pelo gene dominante H .

Resolução: A mulher normal heterozigota também é dita normal

A mulher, sendo daltônica, tem genótipo $X X_d$. d portadora ou, simplesmente, portadora. Não existem

Como um dos cromossomos X é oriundo do pai dessa d homens normais portadores ou heterozigotos para

mulher, conclui-se que ele tem genótipo $X Y$. A mãe dessa d essa característica. Os homens ou são normais

mulher também doou um X para o filho e, assim, só pode d ou são hemofílicos. Vejamos, então, um exemplo:

ter o genótipo $X_D X_d$. O marido da mulher, tendo visão normal, • Um casal normal para a coagulação sanguínea é $X_D Y$. Desse modo, os genótipos dos indivíduos que formam teve um menino hemofílico. Qual é o genótipo

o casal em questão são: desse casal?

108 Coleção Estudo

Genética: herança ligada aos cromossomos sexuais

Resolução: 02. (PUCPR) Analise as afirmações:

a mãe tem no seu cariótipo pelo menos um cromossomo O nascimento de um menino hemofílico ($X_h Y$) indica que I. O daltonismo é transmitido por herança genética. X com o gene h (X_h). Como ela tem coagulação normal, II. A hemofilia é uma herança genética ligada aos

seu genótipo só pode ser $X_H X_h$. O homem, por sua cromossomas sexuais. vez, sendo também normal, tem o genótipo $X_H Y$. Assim, o genótipo do casal é X III. o genoma humano é de 46 cromossomos. $H X_h X X_H Y$.

A frequência do gene h no sexo masculino é de 1/10 000. Está(ão) CORRETA(S)

Dessa maneira, um em cada 10 000 homens seria afetado.

Nas mulheres, a hemofilia ocorre quando o gene **h** está em A) somente I e II. dose dupla. Assim, a probabilidade de nascer uma mulher B) I, II e III

hemofílica é de $1/10\ 000 \times 1/10\ 000 = 1/100\ 000$ 000. C) somente II e III.

A hemofilia B resulta de um defeito no componente D) somente I e III.

tromboplastínico do plasma, também conhecido por fator

E)
nenhuma

IX de coagulação. É determinada por gene ligado ao sexo e

se constitui numa forma mais suave da hemofilia.

03. (UFJF-MG) Um homem possui uma anomalia dominante

HERANÇA RESTRITA AO SEXO ligada ao cromossomo X e é casado com uma mulher

normal. Em relação aos descendentes desse casal,

(HERANÇA HOLÂNDRICA) é CORRETO afirmar que A) essa anomalia será transmitida a todos os filhos do

Envolve genes situados na porção não homóloga do sexo masculino.

cromossomo Y, isto é, na porção Y específica. Esses

B) essa anomalia será transmitida à metade dos filhos

genes são chamados de genes restritos ao sexo ou genes

do sexo masculino.

holândricos (do grego *holos* = todo; *andros* = masculino).

C) essa anomalia será transmitida a todas as filhas.

Um bom exemplo desse tipo de herança é o gene SRY,

responsável pela síntese de uma substância que atua na D) essa anomalia será transmitida à metade das filhas.

diferenciação dos testículos e, conseqüentemente, na E) essa anomalia não será transmitida a nenhum

definição do sexo masculino. descendente.

BIOLOGIA

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO 04. (PUC

Minas) A Síndrome de Hunter é uma anomalia genética recessiva ligada ao sexo. Os indivíduos afetados

01. (PUC Minas–2006) A hemofilia é um distúrbio genético podem apresentar baixa estatura, anormalidades ósseas

humano que se caracteriza pela falta de um dos fatores e retardo mental. A frequência de mulheres afetadas em

de coagulação sanguínea. O gene que codifica para a uma população pode ser aumentada por casamentos

produção desse fator está localizado no cromossomo X, consanguíneos.

em uma região que não apresenta homologia em Y.

Considere os símbolos a seguir:

O heredograma a seguir indica, na segunda e terceira

gerações, três famílias (A, B e C) que apresentam, em = Indivíduos normais

comum, um progenitor afetado por essa anomalia.

I = Indivíduos afetados

1 2

Assinale a alternativa que **NÃO** pode representar a

II

1 genealogia de uma família afetada por esse caráter. 2 3 4 5 6

III Fenótipos A) D)

1 2 3 4 5 6 Normais

A B C Afetados

Analisando-se o heredograma, é correto afirmar, **EXCETO** B) E)

A) Na família A, pelo menos dois indivíduos apresentam o gene causador de hemofilia.

B) Não existem indivíduos portadores do gene da hemofilia na família B.

C)

C) Na família C, pelo menos um indivíduo apresenta o gene causador de hemofilia.

D) A chance de o casal II-5 x II-6 ter uma criança afetada por esse caráter é de $1/4$.

Editora Bernoulli 109

Frente D Módulo 07

05. (Mackenzie-SP) Existe um tipo de raquitismo denominado Analisando o heredograma de sua família, Manoel chegou

hipofosfatemia, causado por um alelo dominante não letal às conclusões a seguir. Qual delas está **ERRADA**?

situado no cromossomo X. Se um homem afetado casa-se A) Meu avô materno é daltônico como sua esposa.

com uma mulher também afetada, mas filha de pai normal, B) Não tenho condições de determinar o fenótipo de meu

a probabilidade de nascer uma criança normal é de avô paterno.

A) 0%. D) 75%. C) Minha mãe é daltônica, e minhas irmãs são portadoras

B) do gene para daltonismo. 25%. E) 100%.

C) 50%. D) Meu pai é normal, mas meu irmão é daltônico.

E) Minha sobrinha tem visão normal.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS 03. (UFMG)

José, Teresa e Cristina são membros de uma determinada família. Para um dado caráter, Teresa

01. apresenta genótipo $X_M X_m$, Cristina $X_M X_M$ e José $X_m Y$.

(UFMG) Analise o heredograma referente à hemofilia,

doença condicionada por gene recessivo situado no Que graus de parentesco poderiam ser possíveis

cromossomo X. entre eles?

I. Cristina e José podem ser filhos de Teresa.

I

II. José, Cristina e Teresa podem ser irmãos, filhos de
1 2 um mesmo casal.

III. José pode ser pai de Teresa e irmão de Cristina.

II IV. Teresa e José podem ser filhos de Cristina.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Assinale,

A) se apenas I, II e III são certas.

B) se apenas I e III são certas.

Hemofílicas

Normais C) se apenas II e IV são certas.

D) se apenas IV é certa.

Qual dos casais da segunda geração, ao esperar a E) se todas as afirmativas são erradas.

primeira criança, pode contar seguramente com a mesma

probabilidade de nascer uma criança hemofílica quer
seja **04.** (UFMG) As proposições a seguir estão de acordo com a

ela do sexo masculino, quer seja do feminino? transmissão de gene recessivo ligado ao cromossomo X,

A) II.1 x II.2. **EXCETO** D) II.7 x II.8.

B) II.3 x II.4. A) Todos os filhos do sexo masculino de uma mulher
E) II.9 x II.10.

afetada casada com homem normal são afetados.

C) II.5 x II.6.

B) Todos os filhos do sexo feminino de um homem

02. afetado casado com uma mulher normal são afetados.

(UFMG) Ao fazer, na escola, um teste para daltonismo,

Manoel descobriu que era daltônico. Chegando em casa, C)
Mulheres heterozigotas transmitem o gene responsável

verificou que quatro outros membros de sua família pela
característica à metade de seus filhos de ambos

os
sexos.

também já haviam feito o mesmo teste. Com os dados

disponíveis, construiu o heredograma de sua família, D) Todos os
filhos de ambos os sexos de mulheres

transcrito a seguir: afetadas casadas com homens afetados são
também

afetado

E) Metade dos filhos do sexo feminino de mulheres

I ? ? ? heterozigotas casadas com homens afetados são

II ? ? normais.

05. (UFPA) Em gatos, o caráter cor da pelagem é condicionado

III ? por genes ligados ao cromossomo X, não havendo

? dominância. O gene **A** condiciona a cor amarela,

IV e o gene **P**, a cor preta, sendo o heterozigoto listrado. ?

Uma fêmea amarela, cruzada com um macho, deu origem

= Indivíduos daltônicos a fêmeas listradas e a machos amarelos. Qual
a cor do

macho?

= Indivíduos de visão normal

? ? = Indivíduos de fenótipos desconhecidos B) Preto. quanto à
visão para cores C) Listrado. = Manoel D) Amarelo ou preto.

E) Impossível saber só com esses dados.

110 Coleção Estudo

Genética: herança ligada aos cromossomos sexuais

06. (PUC Minas) Observe os heredogramas a seguir, que A
possibilidade de esse casal vir a ter uma filha que

tratam de um caso de hemofilia: apresenta uma dessas anomalias

A) dependerá da ocorrência de *crossing-over* na mulher.

B) dependerá da ocorrência de *crossing-over* no

homem

C) é nula, pois o homem transmitirá seu cromossomo X,
portador dos genes dominantes.

? D) é alta, pois a mulher é portadora dos genes
recessivos.

Normais

E) é alta, pois o homem é portador dos genes recessivos.

Afetados

Sabendo-se que o indivíduo é do sexo feminino, **09.** (UFMG) A distrofia muscular Duchenne, uma anomalia

a probabilidade de o indivíduo III.1 ser afetado é de que ocorre na espécie humana e impede a reprodução do

A) 1. indivíduo, é condicionada por um gene recessivo ligado D) 1/8.

ao cromossomo X.

B) 1/2. E) 1/16.

De acordo com esses dados, é esperado que

C) 1/4.

A) o gene responsável pela doença seja transmitido pelos

07. homens afetados aos filhos de suas filhas. (U F M G) A e n z i m a G - 6 - P D (g l i c o s e - 6 - f o s f a t o

desidrogenease) está presente nas hemácias de indivíduos B) nem todas as mães de crianças afetadas sejam

portadoras.

normais. A ausência dessa enzima, em indivíduos

afetados, torna as hemácias sensíveis a certas drogas C) metade dos descendentes das mulheres portadoras

e nutrientes, provocando sua destruição. O gene que seja afetada.

determina a ausência de G-6-PD é recessivo e situa-se D) 25% das irmãs de uma criança afetada sejam

no cromossomo X. portadoras.

E) não existam crianças do sexo feminino afetadas.

BIOLOGIA

10. (FUVEST-SP) Em um indivíduo daltônico do sexo

= Presença de G-6-PD masculino, o gene para daltonismo encontra-se

= Ausência de G-6-PD A) em todas as células somáticas.

B) em todas as células gaméticas.

C) apenas nas células do globo ocular.

Observe o heredograma que representa uma família com D) apenas nas células-mães dos gametas.

essa característica. E) apenas nos gametas com cromossomo Y.

Com base nesse heredograma, é **CORRETO** afirmar que

A) o indivíduo II.3 pode ter recebido o gene da G-6-PD **11**. (PUC Minas) No heredograma a seguir, os indivíduos

tanto de seu pai quanto de sua mãe. representados por símbolos escuros são daltônicos:

B) cada um dos indivíduos representados tem, pelo

menos, um gene para ausência de 6-G-DP.

C) essa família apresenta dois indivíduos heterozigotos 1 2

para o gene que determina a 6-G-DP.

D) casais como I.1 x I.2 têm probabilidade maior de ter 3 4 5 6

filhos afetados do que de ter filhas afetadas.

08. (PUC-SP) Os genes para a distrofia muscular (tipo 7 8 9 10 11

Duchenne) e para a hemofilia são recessivos e estão

localizados no cromossomo X. Um casal de fenótipo 12

normal apresenta os seguintes descendentes:

São indivíduos obrigatoriamente heterozigotos

1. Uma filha normal para os dois caracteres.

2. Um filho com distrofia muscular e normal para a A) 1, 2, 3 e 6.
D) 2, 4, 6, 7 e 10.

coagulação. B) 1, 5 e 9. E) 2, 6 e 10.

3. Um filho normal para a distrofia e hemofílico. C) 3, 8, 11 e 12.

Editora Bernoulli **111**

Frente D Módulo 07

12. (UFV-MG) O exame citogenético de um indivíduo normal Com base nas informações anteriores em seus

revelou que o seu cromossomo Y contém, aproximadamente, conhecimentos sobre o assunto, é correto dizer que

30% a mais de heterocromatina na região distal, em relação o macho e a fêmea que foram cruzados possuem os

ao padrão de cromossomo Y presente na população. seguintes genótipos:

ele fez algumas suposições sobre a herança desse A) Embora sem nenhuma manifestação fenotípica aparente, ♂ ♀ $X^A Y^a$ $X^A X^a$

cromossomo. Assinale a suposição que está geneticamente

coerente. B) $X^A Y$ $X^A X^a$

A) Acho que o meu pai herdou essa condição genética C) $X^A Y^a$ $X^A X^a$

da mãe dele. D) $X Y^A$ $X^A X^a$

B) Se eu tenho esse Y, todos os meus descendentes E) $X^A Y$ $X^a X^a$

também o terão.

C) Se o meu irmão não tiver esse Y, talvez ele não seja **02.**

meu irmão.



D) Entre as minhas filhas, apenas 50% terão esse cromossomo.

E) Provavelmente, esse Y ficou grande para ser o homólogo do X.

13. (FUVEST–2011) No heredograma a seguir, o símbolo

representa um homem afetado por uma doença genética Disponível em: <http://www.charge-o-matic.blogspot.com.br>.

Acesso em: 20 set. 2008.

rara, causada por mutação num gene localizado no

cromossomo X. Os demais indivíduos são clinicamente A tirinha menciona o daltonismo, uma doença hereditária,

recessiva e ligada ao sexo que

normais.

A) impede o indivíduo de enxergar as cores.

B) é transmitida pelo pai apenas para os filhos do sexo

mascul

1 2 3 4

C) pode ser evitada através do uso de medicamentos

D) atualmente, graças à engenharia genética, já tem

5 6 7 8 9 10 11 tratamento e cura.

E) é mais frequente no sexo masculino.

12 13

As probabilidades de os indivíduos 7, 12 e 13 serem

GABARITO

portadores do alelo mutante são, respectivamente,

A) 0,5; 0,25 e 0,25. **Fixação**

B) 0,5; 0,25 e 0.

C) 1; 0,5 e 0,5. 01. B 03. C 05. B

D) 1; 0,5 e 0. 02. A 04. C

E) 0; 0 e 0. **Propostos**

SEÇÃO ENEM 01. E 06. B 11. E

02. E 07. C 12. C

01. As drosófilas, moscas das frutas, apresentam o mesmo 03. A 08. C
13. D

tipo de determinação cromossômica para o sexo

04. B 09. E

que a encontrada na espécie humana (sistema XY).

Nesses insetos, um gene recessivo (**a**), ligado ao sexo, 05. B 10. A

é responsável por uma determinada anomalia genética. **Seção**

Enem

O cruzamento de um macho normal para a referida

característica com uma fêmea também normal originou 01. B 02. E

descendentes normais e descendentes com anomalia.

112 Coleção Estudo

BIOLOGIA MÓDULO FRENTE

Genética: linkage 08 D

Quando analisamos, simultaneamente,
características Nos casos de *linkage*, para
calcularmos os tipos e

determinadas por dois ou mais pares de genes alelos,
percentuais de gametas que um indivíduo é capaz de
formar,

podemos ter duas situações possíveis: segregação
precisamos saber se durante a gametogênese há ou

não

independente e *linkage*. ocorrência do *crossing-over* e, se ele ocorre, precisamos

conhecer também qual é a sua taxa de ocorrência, ou

Na segregação independente, os dois ou mais pares de genes alelos estão localizados em diferentes pares de seja, qual é o percentual de células em que esse fenômeno

cromossomos homólogos. Quando os dois ou mais pares ocorre. Por exemplo, quando falamos que a taxa de

de genes analisados localizam-se em um mesmo par de *crossing-over* nas células de um indivíduo é de 20%, significa

cromossomo homólogo, temos *linkage* (ligação gênica, dizer que, em 80% das células desse indivíduo que realizam

ligação fatorial). meiose durante a gametogênese, não há a ocorrência do

crossing-over, e, em 20% das células, temos a ocorrência

desse fenômeno. Assim, conforme ocorra ou não o fenômeno

A B

do *crossing-over*, costuma-se dizer que o *linkage* pode ser

total (completo) ou parcial (incompleto).

- **Linkage total (completo):** Nas células que realizam meiose durante a formação dos gametas, não há ocorrência do *crossing-over*.

Figura I Figura II • **Linkage parcial (incompleto):** Nas células que

Imagine que um indivíduo tenha o seguinte genótipo: **AABB**. realizam meiose durante a gametogênese, ocorre o

Se for uma situação de segregação independente, esses dois pares *crossing-over*. de genes **AA** e **BB** estarão localizados em diferentes pares de

cromossomos homólogos, conforme mostra a figura I; se for um Vamos tomar como exemplo um indivíduo de genótipo

caso de linkage, os dois pares de genes estarão em um mesmo par **AaBb** (cis). Nas células desse indivíduo que irão realizar

de cromossomos homólogos, conforme ilustrado na figura II. meiose para a formação dos gametas, poderá ou não ocorrer

Assim como na segregação independente, nos casos de *linkage*, o *crossing-over*. Nesse caso, as células que não realizarem

o *crossing-over* formarão apenas dois tipos de gametas: podemos ter situações de di-hibridismo, tri-hibridismo, etc.

AB e **ab**. Já as células que realizarem o *crossing-over*

DI-HIBRIDISMO COM formação quatro tipos de gametas: **AB, Ab, aB e ab.** **LINKAGE**

Observe o esquema a seguir:

determinadas por dois pares de genes alelos localizados em Consiste na análise simultânea das características A meiose sem ocorrência A meiose com ocorrência do *crossing-over* do *crossing-over*

um mesmo par de cromossomos homólogos. A a A a B b B b

AaBb AaBb

AABB AABb Cis Trans

A a a A a A B B b b B b

Observe que, quando o indivíduo é duplamente heterozigoto A A A A a a a a B B B b B b b b (di-híbrido), existem duas disposições diferentes para os dois

pares de genes alelos: **cis** e **trans**. O heterozigoto **cis** tem

dois genes recessivos no outro cromossomo. Já o heterozigoto A A a a A A a a B os dois genes dominantes em um mesmo cromossomo e os

B b b B b B b

trans tem um gene dominante e um recessivo em cada um

dos cromossomos. Gametas Gametas

Frente D Módulo 08

Vejamos agora alguns exemplos de aplicação dos conhecimentos sobre o di-hibridismo com *linkage*: não realizaram *crossing-over*, e os gametas formados pelas células nas quais ocorreu essa permutação, o total de gametas

- Considere que, em um indivíduo de genótipo **AaBb**, os genes **A** e **B** estão situados em um mesmo cromossomo. Considere também que em Gametas Parentais Gametas Recombinantes 40% das células desse indivíduo haverá, durante a (80%) (20%) gametogênese (formação dos gametas), ocorrência Gametas **AB** (40%) Gametas **Ab** (10%) de *crossing-over*. Quantos tipos de gametas e seus respectivos percentuais esse indivíduo será capaz de produzir?

Gametas **ab** (40%) Gametas **aB** (10%)

Observe que o indivíduo em questão é capaz de formar quatro

Resolução: tipos de gametas: **AB**, **ab**, **Ab** e **aB**. Entretanto, ao contrário do

que aconteceria se fosse um caso de segregação independente,

Como o indivíduo é duplo-heterozigoto (**AaBb**) e os genes esses quatro tipos de gametas não aparecem nas mesmas

proporções. Os gametas que se formam em maior percentual

A e **B** estão localizados em um mesmo cromossomo, trata-se

são ditos parentais, enquanto aqueles que se formam em menor

de um **heterozigoto cis**. Assim, as células diploides (2N) *percentual são os recombinantes. Os gametas recombinantes*

desse indivíduo podem ser assim representadas: *só se formam devido à ocorrência do crossing-over, que permite*

uma recombinação entre os genes.

Resposta: **AB** (40%); **ab** (40%); **Ab** (10%) e **aB** (10%)

A v a • Considere um indivíduo de genótipo **MmTt** (trans). Durante a gametogênese, na prófase I,

B haverá ocorrência do *crossing-over* em 16% das células. Quantos tipos de gametas e respectivos percentuais esse indivíduo será capaz de formar?

Resolução

Considerando todas as células (100%) que iniciam

Sendo o indivíduo duplamente heterozigoto e trans, seu

a gametogênese, em 40% delas haverá ocorrência de genótipo pode ser assim representado:

crossing-over, e em 60% delas a meiose será realizada sem

a ocorrência desse fenômeno. Assim, temos: ou **Mt/**
mT M t

m T

Como o *crossing-over* ocorre em apenas 16% das células

que iniciam a meiose, do total de gametas produzidos

Sem 30% pelo indivíduo, 8% são de gametas recombinantes e,

consequentemente, 92% são de gametas parentais,

crossing-over

conforme
indicado
a
seguir:

Gametas Parentais Gametas Recombinantes

60% das células a (92%) (8%) 30% b

entram em meiose **Mt** (46%) **MT** (4%)

mT (46%) **mt** (4%)

Resposta: **MT** (4%); **mt** (4%); **Mt** (46%) e **mT** (46%)

10%

- Considere que em um indivíduo de genótipo **AaBb** (cis), a taxa de recombinação durante a

crossing-over Com a 10% gametogênese foi de 15%. Quais são os tipos de gametas recombinantes formados e suas respectivas

propor

10% **Resolução:**

entram em meiose 40% das células O genótipo do indivíduo em questão pode ser representado da seguinte maneira:

10% **A B**

ou **AB/ab**

a b

Como a taxa de recombinação foi de 15%, significa que **TRI-HIBRIDISMO COM LINKAGE**

foram formados 15% de gametas recombinantes e 85% de

gametas parentais. Assim, temos:

Vamos supor um indivíduo triplo-heterozigoto, no qual os três pares de genes em *linkage* encontram-se na disposição

Gametas Parentais Gametas Recombinantes

(85%) representada a seguir: (15%)

Gametas **AB** (42,5%) Gametas **Ab** (7,5%)

Gametas **ab** (42,5%) Gametas **aB** (7,5%)

A a a

• B b b ou Considere que os genes **A**, **a**, **C** e **c** se relacionam, a *Resposta: Ab* (7,5%) e *aB* (7,5%) A B C

respectivamente, com as características olhos b c C C c c castanhos, olhos azuis, destro e canhoto. Admita que esses genes estejam situados em um mesmo

par de cromossomos homólogos a uma distância

entre eles que torna possível o *crossing-over* em

60%

das células em processo de formação de gametas. O indivíduo em questão poderá formar até oito tipos

Uma mulher de olhos castanhos e destra, cujo pai tem do *crossing-over* e, caso ocorra, do número de permutações. diferentes de gametas, dependendo da ocorrência ou não

olhos azuis e é canhoto, casa-se com um indivíduo de Dessa forma, podemos ter as seguintes situações mostradas

olhos azuis e canhoto. Qual a probabilidade de esse no quadro a seguir: casal vir a ter uma menina de olhos azuis e canhota?

Resolução: Possibilidades Tipos de gametas formados

Com os dados fornecidos, concluímos que os genótipos

da mulher e do homem em questão são: Não ocorrência de Formam-se apenas os gametas

crossing-over parentais, ou seja, formam-se

a A B C apenas dois tipos de gametas **c A C**

a x A B C a b c c a c a b c **BIOLOGIA**

Os gametas formados pelos indivíduos estão indicados

no quadro a seguir: Ocorrência de permutação Formam-se 4

tipos de gametas: os

simples entre os *loci* **A** e **B** parentais e os recombinantes

Gametas masculinos A B C A B C a b c

Gametas femininos

Como o indivíduo é Gametas parentais: a A b c a B C

b c

duplamente homozigoto **AC** (35%) e **ac** (35%)

(**aacc**), 100% dos seus Gametas recombinantes:

gametas serão **ac**. **Ac** (15%) e **aC** (15%)

Ocorrência de permutação Formam-se 4 tipos de gametas: os simples entre os *loci* **B** e **C** parentais e os recombinantes

Montando um genograma com os gametas formados pelos A B C A B C a b c

dois indivíduos, temos:

A B c a b C

Gametas a b c

♀ **AC ac Ac aC** Ocorrência de permutações

♂ (35%) (35%) (15%) (15%) simultâneas ou Formam-se 4 tipos de gametas: os “duplo *crossing-over*” entre parentais e os recombinantes

ac AaCc aacc Aacc aaCc os *loci* **A** e **B** e **B** e **C**

(100%) (35%) (35%) (15%) (15%) A B C a b c A B C

A b C a B c

Conforme indicado pela seta no genograma anterior,

Caso ocorram as três situações possíveis de *crossing-over*,

a probabilidade de nascer uma criança de olhos azuis

(**aa**) e canhota (**cc**) é de 35%. Como o problema quer a o indivíduo em questão formará 8 tipos diferentes de gametas:

probabilidade de nascimento de uma menina de olhos azuis 2 tipos de gametas parentais e 6 tipos de gametas

e canhota, temos: recombinantes. Os gametas parentais são os mais frequentes,

50% (probabilidade de ser menina) x 35%

(probabilidade e os que se originam de duplo-*crossing-over* são os menos

de ter olhos azuis e de ser canhota) = 17,5% frequentes (a possibilidade de ocorrerem permutações

simultâneas é menor que a de ocorrerem permutações simples).

Resposta: 17,5%

Editora Bernoulli 115

Frente D Módulo 08

Veja o exemplo a seguir:

• **Gametas do indivíduo Gametas do indivíduo** Na gametogênese de um indivíduo com o genótipo ♂ ♀

A B C

A B C a b c

a , temos: **a b c a b c**

– 80% dos gametas são gametas parentais.

ABC
(40%);
abc
(40%)

– 13% dos gametas são recombinantes e resultam de

crossing-over entre A e B. **Abc** (6,5%); **aBC** (6,5%)

abc (100%)

– 6% dos gametas são recombinantes e resultam de **ABc** (3%); **abC** (3%)

crossing-over entre B e C.

– 1% dos gametas são recombinantes e resultam de **AbC** (0,5%); **aBc** (0,5%)

duplo-crossing-over (entre A e B e B e C).

Para se obter descendentes com o genótipo desejado,

Com base nos dados anteriores, responder: é preciso que gametas ♂ do tipo **Abc** fecundem gametas ♀

A) Quais são os gametas parentais e seus respectivos **abc**. Dessa maneira, temos:

percentuais? **A b c**

$$\mathbf{Abc} (6,5\%) \times \mathbf{abc} (100\%) =$$

Resolução: **a b c**

Os gametas parentais são **ABC** (40%) e **abc** (40%).

Resposta:
6,5%.

Lembre-se de que os gametas parentais são aqueles que não

têm recombinação gênica e também são os que aparecem

em maiores percentuais.

B) Quais são os gametas e respectivos percentuais

LEITURA COMPLEMENTAR

resultantes do *crossing-over* apenas entre A e B? **MAPAS GÊNICOS**

Resolução:

Em um mesmo par de cromossomos homólogos,

Abc (6,5%) e **aBC** (6,5%) existem vários pares de genes alelos, todos eles em *linkage* e,

C) portanto, capazes de sofrer ou não o *crossing-over*. Quais são os gametas e respectivos percentuais

resultantes do *crossing-over* apenas entre B e C? Descobriu-se que a frequência de *crossing-over* entre os

Resolução: genes em situação de *linkage* depende da distância que os

ABc (3%) e **abC** (3%) separa no cromossomo. Quanto mais afastados estiverem um

do outro, maior será a frequência de permutação entre eles,

D) Quais são os gametas e respectivos percentuais porque entre genes distantes há muitos pontos suscetíveis de

resultantes do duplo-*crossing-over*?

quebra no cromossomo, e, para que ocorra o *crossing-over*,

Resolução: se fazem necessárias quebras ao longo do cromossomo. Por

ABc (0,5%) e **aBc** (0,5%). outro lado, se a distância entre os genes é pequena, há pouca

Lembre-se de que no duplo-*crossing-over* apenas o gene do probabilidade de ocorrência de uma permutação entre eles,

meio muda de lugar. uma vez que entre eles existem poucos pontos suscetíveis

de quebra. A permutação é um dos fatores responsáveis pela

E) Do cruzamento do indivíduo em questão com uma

recombinação entre os genes. Assim, a taxa de recombinação

fêmea triplo-homozigota recessiva, qual a probabilidade

depende diretamente da frequência de permutação ou

de se obter descendentes com o genótipo:

crossing-over. Pode-se dizer, então, que a taxa de recombinação

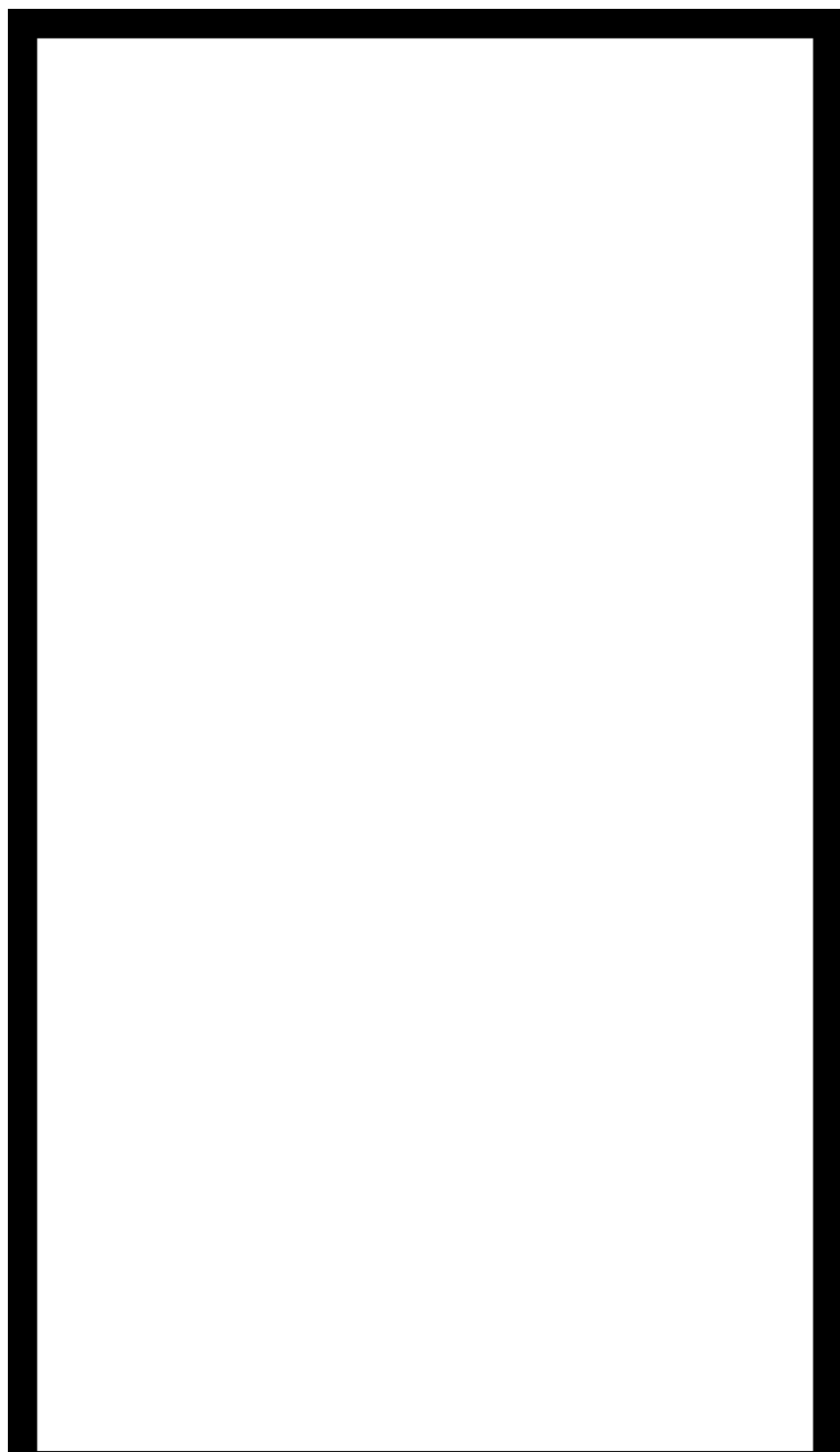
A b c entre dois genes é diretamente proporcional à distância entre

a b c eles no cromossomo.

Resolução: A distância entre os genes em situação de *linkage* é dada em

Os gametas e os respectivos percentuais dos indivíduos uma unidade denominada morganídeo ou UM (unidade Morgan),

cruzados são: também conhecida por U.R. (unidade de recombinação).



02. (UNIRIO-RJ) Um indivíduo, com genótipo **AaBb**, produz

Assim, quando se diz que a distância entre dois genes é de gametas nas seguintes proporções: 25% **AB**, 25% **Ab**,

30 morganídeos ou 30 U.R., significa que a taxa de recombinação 25% **aB** e 25% **ab**. Outro indivíduo, com o genótipo

(% de recombinantes) entre eles é de 30%. **DdEe**, produz gametas nas seguintes proporções:

50% **DE** e 50% **de**. Podemos concluir que

Uma vez que se conhece a distância entre os genes que

se dispõem linearmente ao longo de um cromossomo, A) os genes **D** e **E** estão ligados e entre eles não ocorre

pode-se construir o **mapa gênico** desse cromossomo. *crossing-over*.

O mapeamento gênico mostra a sequência dos *loci* gênicos ao B) os genes **D** e **E** estão ligados e entre eles ocorre

longo do cromossomo e suas respectivas distâncias. Veja o *crossing-over* .

exemplo a seguir: C) os genes **D** e **E** segregam-se independentemente e

entre eles não ocorre *crossing-over*.

• Suponha que a distância entre dois genes **A** e **B**

seja de 2,4 U.R. Um terceiro gene, o gene **C**, dista de 1,8 U.R. D) os genes **A** e **B** estão ligados e entre eles não ocorre

do gene **A** e 0,6 U.R. do gene **B**. Qual a disposição desses três *crossing-over* .

genes ao longo do cromossomo? E) os genes **A** e **B** segregam-se independentemente e

entre eles ocorre *crossing-over*.

Resolução:

Pelas distâncias fornecidas, concluímos que

03. (FUVEST-SP) Em determinada espécie, os *loci* dos

genes **A** e **B** situam-se no mesmo cromossomo.

o gene **A** está mais próximo do gene **C** do que do **B**.

Na meiose de um indivíduo duplo-heterozigoto

Assim, a disposição desses três genes ao longo do cromossomo

AB/ab, ocorre permutação entre esses *locus* em 80%

poderá ser:

das células. A porcentagem esperada de gametas **Ab** que

o indivíduo formará é

2,4 U.R. **BIOLOGIA**

A)
10%.

A C B

B)
20%.

C)
30%.

1,8 U.R. 0,6 U.R. D) 40%.

ou E) 80%.

B C A

04. (Mackenzie-SP) O cruzamento **AaBb x aabb** produziu

na descendência 400 indivíduos, assim distribuídos:

40 indivíduos **AaBb**, 160 indivíduos **Aabb**, 40 indivíduos

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO aabb e 160

indivíduos **aaBb**.

Com base nas informações anteriores é **CORRETO**

01. (UFU-MG) Consideremos a segregação de dois pares de afirmar que

alelos durante a meiose: A) o indivíduo heterozigoto da geração parental

A B é do tipo trans, e a taxa de *crossing-over* foi

a de 20%. **b**

B) o indivíduo heterozigoto da geração parental produz

Supondo-se que não houve *crossing-over* entre os dois 20% de gametas recombinantes.

cromossomos, os gametas formados são

C) o indivíduo homozigoto da geração parental é do tipo

A) 50% **Ab**, 50% **Ba**. trans.

B) 25% **A**, 25% **B**, 25% **a**, 25% **b**. D) o indivíduo homozigoto da geração parental produz

C) 100% **AaBb**. apenas dois tipos de gametas.

D) 50% **AB**, 50% **ab**. E) o indivíduo heterozigoto da geração parental é do tipo

E) 50% **Aa**, 50% **Bb**. cis, e a taxa de *crossing-over* foi de 40%.

Frente D Módulo 08

05. (PUC Minas) Sabendo-se que a distância entre dois genes **03.** (FCC-SP) Em tomates, o fruto vermelho (V) é dominante

ligados **a** e **b** é de 40 U.R. (unidades de recombinação), sobre o fruto amarelo (v); planta alta (A) é dominante

espera-se obter, na F₁ do cruzamento de indivíduos sobre planta baixa (a). Os dois genes estão localizados no

♀ A mesmo cromossomo e não apresentam *crossing-over*. B a Quais os fenótipos esperados para os descendentes de a b ♂ b X a b dois indivíduos com os seguintes genótipos:

a seguinte frequência para indivíduos com genótipo:

a V v b

a b

A) 60% A a

B) 50%

C) 40% A) Apenas altos e vermelhos.

D) 30% B) Apenas amarelos e baixos.

E) 20% C) Altos vermelhos e amarelos baixos.

D) Baixos vermelhos, e altos amarelos.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

vermelhos, baixos amarelos, baixos vermelhos

e
altos
amarelos

01. (UFMG) Considere os indivíduos 1 e 2.

04. (UFES) No cruzamento de indivíduos com genótipo **AaBb**,

qual a frequência esperada de indivíduos com genótipo

A a **aabb**, sabendo-se que os genes **A** e **B** estão no mesmo

B b

L cromossomo e que a frequência de
permutação entre eles H h é zero?

1 A) 0%

2

B)
25%

Após a meiose, quais os tipos de gametas produzidos

pelos indivíduos 1 e 2, supondo-se que não ocorreu C) 50%

crossing-over? D) 75%

A) 1 (**AL**, **Al**, **aL**, **al**); 2 (**BH**, **bh**, **Bh**, **bH**) E) 100% B) 1 (**A l**,
AL, **aL**, **a l**); 2 (**BH**, **bh**)

C) 1 (**AL**, **al**); 2 (**BH**, **bh**) **05.** (VUNESP-SP) Se num mapa

genético a distância entre os

D) 1 (**AL, al**); 2 (**BH, bh, Bh, bH**) *loci* A e B é de 16 morganídios, qual a frequência relativa

E) 1 (**Aa, Ll**); 2 (**Bb, Hh**) dos gametas **AB, Ab, aB, ab** produzidos pelo genótipo

**AB/
ab?**

02. (PUC Minas) Considere a seguinte constituição de dois

genes **a** e **b**, em dois progenitores:

AB Ab aB ab

Progenitor I Progenitor II

A) 36% 14% 14% 36%

a b A B

a B) 34% 16% 16% 34% b a b

A recombinação foi da ordem de 8%. Na prole resultante do

C) 42% 8% 8% 42%

cruzamento dos progenitores anteriormente representados,

indivíduos com constituição genotípica idêntica à do D) 8% 42%
42% 8%

progenitor 2 são esperados com uma frequência de

E) 44% 6% 6% 44%

A) 4% . B) 8% . C) 23%. D) 46%. E) 92%.

Genética: linkage

06. (PUC Minas) Considerando dois genes ligados a e **10.** (PUC Minas) Analise o esquema:

b, separados por uma distância de 20 unidades de recombinação (U.R.), a frequência de gametas **ab** Indivíduo I formados por um indivíduo de constituição genotípica **AB/Indivíduo II** **ab** será de

Gametogênese

A) 50%. B) 40%. C) 30%. D) 20%. E) 10%. Gametogênese

07. 100% **ab** (PUC Minas) Observe a sequência gênica a seguir, com a

44% **Ab Aabb**

respectiva distância em unidade de recombinação (U.R.) 44% **aB aaBb**

entre os genes. 6% **AB** Indivíduo III

6% **ab aabb**

A 8 U.R. **B** 2 U.R. **C** 6 U.R. **D** 14 U.R. **E**

Com relação ao esquema, é correto afirmar, **EXCETO**

Considerando-se apenas dois genes, é **CORRETO** inferir A) Trata-se de um caso de genes ligados.

que, probabilisticamente, ocorrerá um número menor de

B) O indivíduo III, embora recombinante, apresenta o recombinação gênica entre

mesmo genótipo de um dos progenitores.

A) A e B. C) C e D. E) A e E.

C) O indivíduo I é heterozigoto.

B) B e C. D) D e E.

D) Nesse cruzamento, a frequência esperada de

08. (FESP-PR) Do cruzamento de um indivíduo homozigótico descendentes com pelo menos uma característica

para os genes **a** e **b** com um indivíduo, também dominante é de 88%.

homozigótico, para os genes **A** e **B**, obteve-se uma

geração que, retrocruzada com o parental duplamente **11.** (PUC Minas) **BIOLOGIA**

recessivo, resultou nos seguintes descendentes:

A Legenda B

A B a b 637 Normais

643

a 1 2 b a b

Afetados

A O A B AB

A b a B

162 158

a 7 A b a b 3 4 5 6 A

Com base nos dados anteriores, pode-se afirmar que a taxa de recombinação entre **a** e **b** é de ?

89

A) 10%. B) 20%. C) 5%. D) 0,5%. E) 0,25%.

A posição ocupada pelos alelos que determinam grupo

09. (FUVEST-SP) Os genes **x**, **y** e **z** de um cromossomo têm sanguíneo e alcaptonúria, no par de cromossomos

as seguintes frequências de recombinação: 9, está representada para o indivíduo 7, ao lado do

Frequência de heredograma. A frequência de recombinação entre os

Genes

recombinação dois *loci* gênicos é de 10%.

x e **y** 15%

y e **z** São frequências esperadas de descendentes para o 30%

z e **x** cruzamento 6 X 7, **EXCETO** 45%

A) 22,5% de AB normais.

Qual a posição relativa desses três genes no cromossomo?

A) **z x y** B) 45% de A normais. D) **x z y**

B) **x y z** C) 50% de afetados. E) **y x z**

C) **y z x** D) 50% de B normais ou afetados.

Frente D Módulo 08

12. (PUC Minas) Analisando-se o heredograma do exercício Com relação aos diferentes tipos de gametas formados,

anterior, é possível afirmar, **EXCETO** pode-se dizer que

A) A alcaptonúria é um caráter determinado por gene A) foram formados 10% de gametas recombinantes

autossômico recessivo. (**Ab** e **aB**).

B) O indivíduo 3 pode ter recebido um gameta

B) foram formados 20% de gametas parentais (**AB** e **ab**).

recombinante de sua mãe.

C) O indivíduo 6 certamente não recebeu um gameta C) a frequência de cada um dos quatro tipos de gametas

recombinante da sua mãe ou do seu pai. é de 25%.

D) A chance de o indivíduo 9 ser heterozigoto para o D) os gametas **AB**, por terem dois genes dominantes,

caráter alcaptonúria é de 2/3. têm uma frequência maior do que os gametas

Ab,
aB
e
ab.

13. (UFPR-2011) Admita que dois genes, **A** e **B**, estão E) os gametas **ab**, por terem dois genes recessivos, são localizados num mesmo cromossomo. Um macho **AB/ab** os menos frequentes. foi cruzado com uma fêmea **ab/ab**. Sabendo que entre

esses dois genes há uma frequência de recombinação

igual a 10%, qual será a frequência de indivíduos com GABARITO genótipo Ab/ab encontrada na descendência desse

cruzamento? Fixação A) 50% D) 100%

B) 25% E) 5%

C) 30% 01. D

SEÇÃO ENEM 02. A 03. B

01. 04. B Um indivíduo cujo genótipo é AB/ab produz quatro tipos de gametas, sendo dois tipos de gametas parentais 05. D (AB e ab) e dois tipos de gametas recombinantes

(Ab e aB). Propostos

A recombinação gênica observada nos gametas recombinantes deve-se à ocorrência, durante a 01. B prófase I da meiose, de um fenômeno denominado A) *back-cross*. D) 02. D *splicing* alternativo.

B) *test-cross*. E) *linkage*. 03. C

C) *crossing-over*.

04.
B

02. Numa situação de *linkage*, o genótipo do indivíduo é 05. C

AB/ab, ou seja, ele é heterozigoto cis. Em uma amostra de 100 (cem) células desse indivíduo, durante a meiose, 06. B ocorreu *crossing-over* entre os *locos A e B*, em 20 (vinte)

07.
B

espermátogônias (células-mãe dos espermatozoides), resultando, ao término da gametogênese, com formação 08. B de 4 (quatro) tipos de gametas (espermatozoides), conforme mostra a ilustração a seguir: 09. B

Espermátogônia 10. D

AB

ab 11. B

12.
C

Meiose 13. E

Seção
Enem

AB Ab aB ab 01. C

02.

120 Coleção Estudo